



Instituto Politécnico  
de Viana do Castelo

Luís Filipe Pinheiro Pinto Sobreiro

# SISTEMA AUTÓNOMO PARA A MONITORIZAÇÃO DE INSETOS

Mestrado em Agricultura Biológica

Trabalho realizado sob a orientação de

Professor Doutor Jorge Miguel Nunes Santos Cabral

Professora Doutora Maria Luísa Roldão Marques de Moura

Ponte de Lima

Julho de 2018



As doutrinas expressas neste  
trabalho são da exclusiva  
responsabilidade do autor.

# ÍNDICE

Resumo .....	iv
Abstract.....	vi
Agradecimentos .....	viii
Lista de Quadros .....	x
Lista de Figuras .....	xii
1 Introdução.....	15
1.1 Monitorização de Insetos e Proteção das Culturas .....	16
1.1.1 Dinâmica das populações de insetos .....	16
1.1.2 Meios de Proteção das Culturas.....	18
1.2 A Cultura da Cerejeira .....	20
1.2.1 Origem, Taxonomia e Ciclo Cultural da Cerejeira.....	20
1.2.2 Importância Económica .....	23
1.2.3 Utilização e valor nutricional .....	25
1.3 Pragas da Cerejeira .....	26
1.3.1 Mosca da Cereja – <i>Rhagoletis cerasi</i> .....	26
1.3.2 Drosófila de Asa Manchada - <i>Drosophyla suzukii</i> .....	28
1.3.3 Mosca do Mediterrâneo - <i>Ceratitis capitata</i> .....	31
1.4 Análise de Requisitos de Armadilhas para Captura de Insetos .....	34
1.4.1 Estado da Arte / Benchmarking .....	35
2 Desenvolvimento do Projeto Sistema Autónomo de Monitorização de Insetos (SAMI) .....	45
2.1 Oportunidade de Melhoria na Monitorização de Insetos.....	45
2.2 Identificação do problema.....	45
2.3 O Sistema Autónomo de Monitorização de Insetos.....	47
2.3.1 Descrição do Equipamento .....	47
2.4 Especificação dos componentes da armadilha.....	57
2.4.1 Fatores críticos de sucesso.....	57
2.4.2 Identificação dos componentes eletrónicos .....	57
2.4.3 Contagem de capturas.....	59
2.4.4 Processamento e armazenagem de dados .....	60
2.4.5 Comunicação WiFi.....	60
2.4.6 Comunicação GSM .....	61
2.4.7 Localização geoespacial .....	62
2.4.8 Autonomia energética.....	62
2.5 Comunicação e Tratamento de Dados .....	63
2.5.1 Topologia de rede .....	63
2.5.2 2.5.3. Monitorização de várias parcelas .....	67
3 Análise Comparativa de Custos .....	69
3.1 Custos Operacionais .....	69
3.1.1 Construção e manutenção do equipamento .....	70
3.1.2 Custos com consumíveis no Pomar .....	71
3.1.3 Custos de Monitorização de Pragas .....	73
3.2 Pressupostos de análise .....	77
3.3 Apresentação de Resultados .....	79
3.4 Potencial de aplicação do equipamento SAMI .....	85

4	Discussão e Conclusões .....	87
5	Referências Bibliográficas .....	90
	Anexo I – Ficha Técnica Rebell Amarillo.....	xcvii
	Anexo II – Ficha Técnica Drosal Pro .....	cii
	Anexo III – Ficha Técnica Trimol Lure .....	cv



## Resumo

À medida que surgem novas pragas nas culturas, os sistemas de previsão da ocorrência e incidência de pragas devem ser atualizados e soluções alternativas devem ser desenvolvidas, fazendo uso das novas tecnologias que se encontram disponíveis e cada vez mais acessíveis. Face ao número de pragas de insetos e dos prejuízos que estas provocam, torna-se cada vez mais imprescindível aos técnicos responsáveis pelas explorações agrícolas terem conhecimento das espécies, da quantidade e densidade das capturas de insetos que se encontram presentes nas culturas, de forma a poder ser avaliado o seu impacto e tomar decisões de intervenção eficazes.

Neste trabalho, foi traçado o objetivo de conceptualizar e desenvolver um Sistema Autónomo de Monitorização de Insetos (SAMI), que permita recolher autonomamente os principais dados necessários para a elaboração de informação crítica à tomada de decisão, especificar os seus componentes, forma de tratamento dos dados obtidos e estimativa do impacto económico que a sua utilização terá na exploração do pomar, tendo sido utilizada como modelo a cultura da cerejeira (*Prunus avium* L.).

O equipamento possui autonomia energética capaz de atrair para o seu interior insetos voadores, através da junção de várias técnicas atrativas de insetos, (cromotrópica, alimentar, feromona sexual e luz ultravioleta), capturando-os no seu interior, e envia remotamente os dados recolhidos por uma camara de vídeo, através de tecnologia sem fios, para que estes possam ser agrupados de forma a permitir a elaboração de relatórios de monitorização das pragas. O sistema de reconhecimento por imagem que se apresenta, SAMI, tem por base um suporte idêntico ao copo Tephri© e é o único que reúne todos os principais atrativos utilizados na atração e captura de insetos voadores. Esta particularidade reveste-o de grande versatilidade quanto ao tipo de cultura, sendo possível monitorizar qualquer inseto voador, seja auxiliar ou inimigo da cultura, dependendo da combinação de atrativos utilizada.

Da mesma forma, relativamente ao tipo de tecnologia instalada, face aos equipamentos que se encontram desenvolvidos, o sistema de monitorização proposto evidenciou-se como sendo o mais completo sob o ponto de vista tecnológico, incorporando uma câmara de vídeo como base do seu sistema de reconhecimento de imagem e, o módulo GPS para determinar a posição das capturas no terreno como base para a recolha de dados fidedignos que servem de base à emissão de alertas e relatórios de capturas.

A análise comparativa de custos de gestão dos atuais sistemas de monitorização indica-nos que o sistema SAMI é uma abordagem viável para o futuro da monitorização autónoma de pragas

de insetos voadores. Atendendo à exequibilidade e à viabilidade do projeto, encontra-se sinalizada a importância de evoluir para a construção e adaptação de um sistema baseado em prototipagem alargada do equipamento apresentado que possa servir de base ao início da produção e comercialização em massa deste sistema de monitorização.

Palavras chave: Monitorização de pragas, *Prunus cerasus*, *Ragoletis cerasi*, SAMI, sistema autónomo

Julho 2018



## Abstract

As new crop pests arise in production areas, pest monitoring systems need to be updated and alternative solutions must be developed, making use of available and increasingly accessible technology. In view of the number of insect pests and the damage they cause, it is becoming more and more imperative for production managers to be aware of the insect species present in the crops, their impact, the quantity and intensity of the catches, so that they can take effective intervention decisions. The main objective in this work was to conceptualize an Autonomous System for Pest Monitoring (SAMI) which allows to collect the main data needed for the elaboration of critical information to the decision making process, to specify its components, form of treatment of the obtained data and estimate the economic impact that its use will have in the orchard management. The cherry tree (*Prunus avium* L.) was used as a model.

The equipment has the ability to attract flying insects through the combination of several attractive techniques, (chromo tropic, food and sexual pheromone and ultraviolet light), capturing them in its interior, remotely sending the collected data using wireless technology, so that it can be grouped together to allow the preparation of pest monitoring reports. The SAMI image recognition system, based on a similar support to the Tephri © model, is the only one bringing together all main attractants used in the capture of flying insects. This particularity has great versatility as to the type of crop, and it is possible to monitor any flying insect, whether it is an auxiliary insect or an enemy of the crop.

The type of technology installed, in view of the equipment being developed, is the most robust from the technological perspective, incorporating a video camera as the core of the recognition system and, the GPS module as a basis for the collection of reliable data that serve for the issuance of alerts and catch reports. The comparative analysis of management costs on current monitoring systems indicates that the SAMI is a viable approach to the future of flying insect pests monitoring. Considering the feasibility and viability of the project, it is signalled the importance on evolving to the construction and adaptation of a system based on extensive prototyping of the presented equipment that can serve as a basis for the beginning of mass production and commercialization of this monitoring system.

Key words: Pest monitoring, *Prunus cerasus*, *Ragoletis cerasi*, SAMI, autonomous system

July 2018



## **Agradecimentos**

O escolha e desenvolvimento do presente tema em muito se deve ao apoio recebido de um conjunto de pessoas com as quais tive oportunidade de percorrer algumas etapas do caminho que me conduziu à conclusão deste trabalho e às quais gostaria de deixar aqui os meus reconhecidos agradecimentos.

À Margarida Lima e ao Professor Carlos Lima agradeço a disponibilidade e apoio desinteressado que tornou possível a materialização deste tema.

Agradeço particularmente ao Professor Jorge Cabral e à Professora Luísa Moura a disponibilidade, orientação e os ensinamentos indispensáveis à conclusão deste trabalho.

A todo o corpo docente do Mestrado de Agricultura Biológica da Escola Superior Agrária de Ponte de Lima e todos os professores convidados que aceitaram partilhar os seus conhecimentos e experiência ao longo desta oitava edição, em particular ao Professor Joaquim Mamede Alonso, a capacidade que demonstrou em estimular os seus alunos a adotar abordagens alternativas para a resolução de problemas comuns.

Aos meus colegas de curso, pelas suas qualidades pessoais e profissionais que partilharam ao longo de todo o ano curricular, e permitiram em muito o enriquecimento desta experiência.

À Helena e ao Luís, em particular, por me terem ensinado que, de todos os bens que nos enriquecem, o conhecimento é o único que ninguém nos pode privar.

À Carla, Constança e Leonor pela compreensão no sacrifício dos momentos que deveriam ter sido nossos e por serem a minha maior fonte de motivação para a vida.



## Lista de Quadros

Quadro 1- Meios de proteção diretos e indiretos utilizados na proteção das culturas (adaptado de Amaro, 2003).....	18
Quadro 2: Posição sistemática da cerejeira. Adaptado de (Gonçalves, 2006) .....	21
Quadro 3: Descrição botânica, distribuição e habitat da cerejeira. Adaptado de (Gonçalves, 2006).....	21
Quadro 4: Principais países produtores de cereja a nível mundial (Adaptado de FAO, 2016)	24
Quadro 5: Comparação dos sintomas provocados pelo ataque de R. cerasi, D. suzukii e C. capitata . Adaptado de (DRAP, 2018) .....	45
Quadro 6: Quadro síntese de apresentação dos custos dos diversos componentes dos dois modelos de armadilhas a considerar – O valor da licença assume-se como previsional.....	70
Quadro 7: Custo total anual dos equipamentos após amortização do exercício.....	71
Quadro 8: Substâncias ativas homologadas em Portugal para a cultura da Cerejeira. Adaptado de (DGAV , 2018). .....	72
Quadro 9: Consulta de mercado – Produtos fitofarmacêuticos homologados para monitorização e controlo das populações das espécies de insetos estudadas.....	72
Quadro 10: Quantidade de armadilhas por hectare e respetivos preços unitários com IVA, para monitorização das espécies de insetos estudadas, segundo recomendação dos fabricantes.....	74
Quadro 11: Tempos estimados em minutos, por hectare, associados com as operações de instalação e monitorização dos equipamentos – Observação direta em 2500 metros quadrados. ....	75
Quadro 12: Valor médio de remuneração do trabalho no setor primário em Portugal relativo ao ano de 2016, para mão-de-obra especializada e não especializada (INE, Base de Dados; Remuneração média mensal de base por atividade económica e nível de escolaridade mais elevado completo, 2018).....	77
Quadro 13: Armadilhas e respetivos atrativos recomendados para cada espécie de insetos – Preços de mercado, por armadilha com IVA incluído.....	79

Quadro 14: Custos totais anuais por hectare, com a aquisição dos equipamentos de monitorização. ....	80
Quadro 15: Custos efetivos totais anuais, por hectare, com a instalação dos equipamentos de monitorização – Trabalho não especializado.....	81
Quadro 16: Custos efetivos totais anuais, por hectare, com a monitorização dos equipamentos instalados – Trabalho especializado. ....	81
Quadro 17: Custos efetivos totais, por hectare, a incorrer com a instalação dos sistemas de monitorização num pomar de Cerejeira – Ano I. ....	82
Quadro 18: Custos anuais a incorrer com a reposição dos sistemas de monitorização de insetos, nos anos consequentes ao ano de instalação.....	84
Quadro 19: Custos totais a incorrer com a utilização dos sistemas de monitorização de insetos em quatro anos, para um hectare de pomar de Cerejeira. ....	84
Quadro 20: Diferencial de custos totais por hectare, existente entre a utilização dos diferentes sistemas de monitorização comparados.....	85
Quadro 21: Novo preço de comercialização após incorporação dos diferenciais de custos estimados. ....	85
Quadro 22: Características atrativas reunidas nos diversos equipamentos abordados – Esquema comparativo. ....	87
Quadro 23: Módulos tecnológicos reunidos nos diversos equipamentos abordados – Esquema comparativo. ....	88

## Lista de Figuras

Figura 1- Dinâmicas de populações de inimigos potenciais. (A), inimigos ocasionais (B) e inimigos permanentes (C, D). NEA – Nível Económico de Ataque, NPA – Nível Prejudicial de Ataque, PE – Posição de Equilíbrio, PEM – Posição de Equilíbrio Modificada. Adaptado de (Amaro, 2003) .....	16
Figura 2: Estados Fenológicos da Cerejeira – Escala de M. Baggiolini / Escala BBCH - Adaptado de: (DRAP, 2018) .....	22
Figura 3: Fêmea de <i>Rhagoletis cerasi</i> . Adaptado de (Luz, 1992) .....	27
Figura 4: Macho de <i>Rhagoletis cerasi</i> . Adaptado de (Luz, 1992).....	27
Figura 5 – (A) a (E): Diferentes armadilhas utilizadas para captura de <i>R. cerasi</i> (F): Disposição das armadilhas no pomar Adaptado de (Daniel, Mathis, & Feichtinger, 2014) .....	28
Figura 6 – Macho de <i>D. suzukii</i> ; (Bruno, 2014).....	30
Figura 7 – Macho de <i>D. suzukii</i> (Bruno, 2014) .....	30
Figura 8 – Fêmea de <i>D. suzukii</i> (Bruno, 2014).....	30
Figura 9 – Oviscapto de <i>D. suzukii</i> . Adaptado de (Teixeira 2011) .....	30
Figura 10: Descrição de 4 modelos diferentes de armadilha testados para captura de <i>D. suzukii</i> , (Daniel, Mathis, & Feichtinger, 2014). .....	31
Figura 11 – Pormenor de adultos, Macho e Fêmea, de <i>Ceratitis capitata</i> . In .....	33
Figura 12 – Armadilha Tephry© .....	34
Figura 13 – Armadilha Delta (Foto Keliane Silva) .....	34
Figura 14 – Armadilha Easytrap©.....	34
Figura 15 – Funcionamento da armadilha e sistema de transmissão de dados para computador remoto. Adaptado de: (Estados Unidos da América Patente Nº US005646404A, 1997). .....	36
Figura 16 – Canal de contagem de insetos – alçados. Adaptado de (Estados Unidos da América Patente Nº US005646404A, 1997) .....	36
Figura 17 – Pormenor da secção e dispositivo de contagem de insetos. Adaptado de (Estados Unidos da América Patente Nº US005646404A, 1997).....	36

Figura 18 – Armadilha para monitorização de insetos através de recolha de imagem. Adaptado de (Patente Europeia Patente Nº EP2149301A1, 2010) .....	37
Figura 19 – Placas cromotrópicas de captura de insetos. Adaptado de (Patente Europeia Patente Nº EP2149301A1, 2010) .....	38
Figura 20 – Inserção das placas no equipamento de monitorização. Adaptado de (Patente Europeia Patente Nº EP2149301A1, 2010) .....	38
Figura 21 – Arquitetura de rede do sistema de monitorização. Adaptado de (Patente Europeia Patente Nº EP2149301A1, 2010) .....	38
Figura 22 – Aparência externa do equipamento. Adaptado de (Patente Internacional Patente Nº WO2014/037936A1, 2014) .....	39
Figura 23 – Mecânica interna do equipamento. Adaptado de (Patente Internacional Patente Nº WO2014/037936A1, 2014) .....	39
Figura 24 – Arquitetura de rede do sistema de monitorização. Adaptado de (Patente Internacional Patente Nº WO2004/110142, 2004) .....	41
Figura 25 – Monitorização de duas realidades distintas. Adaptado de (Patente Internacional Patente Nº WO2004/110142, 2004) .....	42
Figura 26 – Pormenor da armadilha Entomatic (AJAP, ENTOMATIC - Uma nova ferramenta para contagem automática da mosca da azeitona, 2017) .....	43
Figura 27 – Pormenor do suporte tecnológico da armadilha Entomatic (AJAP, ENTOMATIC - Uma nova ferramenta para contagem automática da mosca da azeitona, 2017) .....	43
Figura 28 – Armadilha Entomatic em olival da Turquia (AJAP, Armadilha automática para contagem da mosca da azeitona, 2017) .....	44
Figura 29 – Reservatório cromotrópico para atrativo alimentar e feromonas. ....	49
Figura 30 – Secção transparente para difusão de raios ultra violetas. ....	50
Figura 31 – Pormenor do local de encaixe da lâmpada LED de raios ultra violeta. ....	51
Figura 32 – Pormenor da caixa estanque, canais de acesso de insetos, e localização dos sensores de infravermelhos e camara de vídeo. ....	52
Figura 33 – Secção superior do equipamento e localização dos painéis fotovoltaicos. ....	53



Figura 34 – Pormenor da localização dos diversos dispositivos eletrónicos.....	54
Figura 35: Projeção previsional tridimensional do equipamento .....	56
Figura 36 – Módulo base Raspberry Pi© 3 Model B. ....	58
Figura 37 – Camara de vídeo para captura de imagens.....	59
Figura 38 – Sensor de infra vermelhos.....	59
Figura 39 – Processador interno Ómega 2+ .....	60
Figura 40 – Módulo de comunicação WiFi externo .....	61
Figura 41 – Módulo de comunicação GSM .....	61
Figura 42 – Módulo de georreferenciação espacial.....	62
Figura 43 – Bateria armazenadora de energia e painéis fotovoltaicos .....	62
Figura 44 – Relatório previsional de monitorização, “uma parcela – uma praga” .....	65
Figura 45 – Relatório previsional de monitorização, “uma parcela – uma praga”, 1 após 24 horas .....	65
Figura 46 – Relatório duas pragas numa parcela 1.....	65
Figura 47 – Relatório duas pragas numa parcela após 24 horas.....	65
Figura 48 – Medição do impacto de uma intervenção cultural sobre as pragas detetadas. ....	66
Figura 49 – Monitorização previsional de duas pragas em três parcelas. ....	67
Figura 50 – Monitorização previsional de duas pragas em três parcelas - após 24 horas. ....	67
Figura 51 – Relatório previsional de monitorização antes de um tratamento. ....	68
Figura 52 – Monitorização previsional 48 horas após realização de um tratamento. ....	68
Figura 53: Remuneração média mensal de base por atividade económica e nível de escolaridade mais elevado completo – Adaptado de (INE, Base de Dados; Remuneração média mensal de base por atividade económica e nível de escolaridade mais elevado completo, 2018) .....	76

# 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Princípio da Ecologia da Agricultura Biológica, estabelecido na Assembleia Geral da IFOAM, na cidade de Adelaide, Austrália em Setembro de 2005, a Agricultura Biológica deve basear-se em sistemas e ciclos ecológicos vivos, trabalhar com eles, respeitá-los e ajudar à sua sustentabilidade. Estando um sistema ecológico em equilíbrio, os ataques de pragas das culturas nunca chegam a ter um impacto significativo na rentabilidade económica da exploração agrícola (Ferreira, 2009), garantindo assim condições para a subsistência do cuidador do ecossistema agrário, o agricultor.

Ao longo de uma parte inicial do presente trabalho são apresentados os conceitos associados aos meios de proteção das culturas no Modo de Produção Biológico, é realizada uma caracterização da cultura da cerejeira, abordando-se aspetos como a sua importância económica em Portugal, o seu ciclo cultural e os principais insetos que causam prejuízos nesta cultura. Esta cultura foi selecionada pela necessidade de definição de parâmetros a desenvolver no modelo/equipamento apresentado neste trabalho.

Na segunda parte do trabalho, é feito o *benchmarking* a nível internacional relativo a equipamentos que utilizam tecnologia similar e faz-se a apresentação da tecnologia a desenvolver neste projeto: SAMI (Sistema Autónomo de Monitorização de Insetos). São apresentados alguns equipamentos onde foi utilizada tecnologia semelhante à que se pretende desenvolver, identificando-se oportunidades para melhorar as características e funcionalidades do equipamento proposto, descrevendo-se os seus componentes, forma de interligação e funcionamento. É ainda apresentada a linguagem de programação a utilizar e especificam-se os dispositivos necessários ao seu funcionamento, nomeadamente para captura e identificação de insetos, transmissão e tratamento dos dados recolhidos. É ainda feita uma antevisão dos relatórios a obter e das suas potencialidades práticas.

Na última parte apresentam-se cálculos de custos a incorrer com o investimento na tecnologia desenvolvida comparativamente com os métodos tradicionais de monitorização e captura de insetos. Por fim Apresentam-se as conclusões mais relevantes e propõem-se linhas de trabalho e investigação a desenvolver em futuros trabalhos.

## 1.1 Monitorização de Insetos e Proteção das Culturas

### 1.1.1 Dinâmica das populações de insetos

Os inimigos da cultura, ou organismos prejudiciais podem ser agrupados em pragas, doenças e infestantes. São organismos que, pela sua atividade podem contribuir para a redução quantitativa ou qualitativa da produção de uma determinada cultura agrícola, com consequências indesejadas para a mesma, representando mais ou menos importância para o ser humano, dependendo da sensibilidade da cultura agrícola a esse organismo e do valor económico da cultura.

Segundo Amaro (2003) as pragas das culturas, condicionadas pelo seu potencial biótico e pela resistência ao ambiente, podem ser classificadas como inimigos potenciais, ocasionais e permanentes ou inimigos-chave (Figura 1).

No caso dos inimigos-chave, todos os anos ocorrem ataques da praga, cuja posição de equilíbrio se encontra muito próxima do nível económico de ataque, o que se reflete na realização sistemática de tratamentos fitossanitários indispensáveis à obtenção de produtos de qualidade, como acontece com a mosca da cereja *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae).

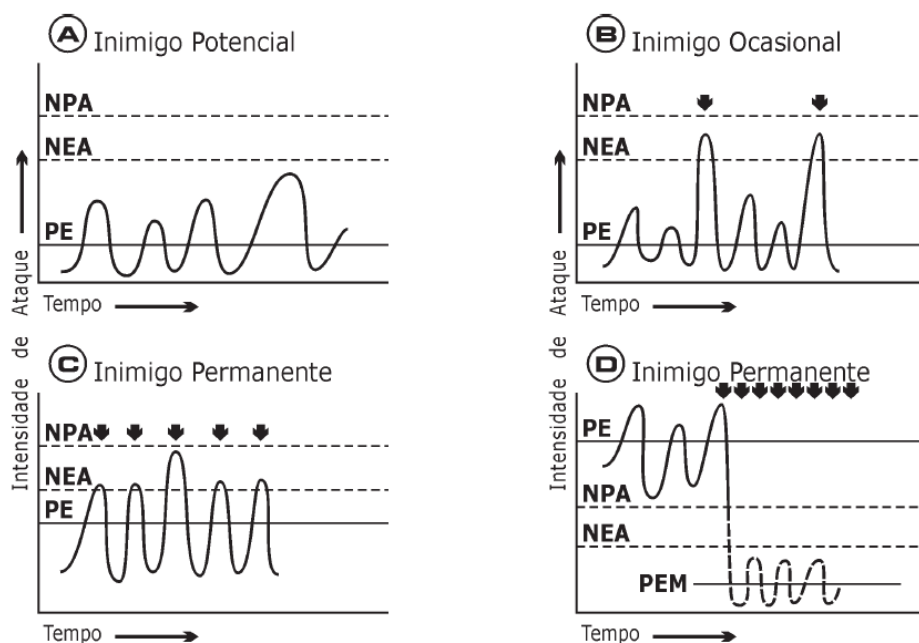


Figura 1- Dinâmicas de populações de inimigos potenciais. (A), inimigos ocasionais (B) e inimigos permanentes (C, D). NEA – Nível Económico de Ataque, NPA – Nível Prejudicial de Ataque, PE – Posição de Equilíbrio, PEM – Posição de Equilíbrio Modificada. Adaptado de (Amaro, 2003)

A dinâmica das populações dos inimigos das culturas e alguns componentes e conceitos da proteção integrada, como o NEA e NPA utilizados em Agricultura Biológica representados na figura acima apresentada, são determinadas de acordo com a importância económica dos prejuízos causados na cultura. O cálculo da função prejuízo é feito com recurso a ensaios de campo e é fundamental para a determinação do nível prejudicial de ataque (NPA), diretamente relacionado com o impacto económico que os inimigos da cultura exercem sobre a viabilidade comercial do produto, que é determinado com base na estimativa de risco, e considerados os fatores de nocividade associados.

#### **1.1.1.1 Estimativa do Risco**

A estimativa de risco corresponde à avaliação da natureza e da importância de cada inimigo de determinada cultura e à capacidade que estes têm em lhe causar estragos (Amaro, 2003). O desenvolvimento das populações dos inimigos chave das culturas, dependente de fatores bióticos e abióticos, e a avaliação da dimensão e flutuação das populações devem ser realizadas diretamente no campo por um agricultor ou técnico com formação adequada sobre a natureza e bioecologia da praga, com capacidade para determinar e utilizar as técnicas de amostragem mais indicadas para a cultura/praga em questão.

Para que se revelem eficazes, estas técnicas devem ser de simples execução, de fácil interpretação e devem representar um custo acessível, sem comprometer critérios de reprodutibilidade e precisão. Um baixo número de amostras pode influenciar negativamente os resultados obtidos por diminuir a precisão das estimativas obtidas, apesar de ser economicamente vantajoso. No entanto, o contrário também deve ser evitado uma vez que contribui para a excessiva oneração do trabalho realizado (Dent, 1991).

As técnicas de amostragem utilizadas com o objetivo de avaliar a dimensão da população de uma determinada praga no campo podem ser diretas e indiretas. Para a realização do presente trabalho, e atendendo ao tipo de pragas que pretendemos monitorizar, vamos-nos centrar nas técnicas de amostragem indiretas, que se caracterizam pela realização de capturas através de dispositivos apropriados, com o objetivo de proceder posteriormente à sua identificação e quantificação. Neste trabalho abordaremos concretamente as armadilhas de atração, que se baseiam na resposta comportamental dos insetos a estímulos de diversa natureza, como alimento, luz, cor, sexual, tentando concentrar o máximo de atrativos possíveis num só dispositivo

### 1.1.1.2 Nível Económico de Ataque

Conforme vimos acima, a evolução da população de um inimigo da cultura depende do seu potencial biótico e da sua resistência ao ambiente, sendo o resultado destas duas forças uma curva que corresponde à evolução da densidade da população ou, a curva que nos indica a intensidade de ataque de determinado inimigo da cultura. Esta curva não é constante, oscilando em torno de um valor médio designado por Posição de Equilíbrio (PE). Sempre que ocorre um desequilíbrio numa população de um inimigo da cultura (ex: mosca da cereja), a densidade de população mais baixa que causará prejuízos à cultura é denominada de Nível Prejudicial de Ataque (NPA).

O Nível Económico de Ataque (NEA), corresponde à densidade da população de um inimigo da cultura a partir da qual devem ser tomadas medidas de proteção para impedir que este atinja o Nível Prejudicial de Ataque. O equipamento desenvolvido no presente trabalho (SAMI) terá, entre outras funcionalidades, a capacidade para a determinação da intensidade de ataque de pragas das culturas, permitindo a intervenção e a adoção de estratégias de proteção que evitem que nunca se atinja o NEA.

### 1.1.2 Meios de Proteção das Culturas

Segundo (Ferreira, 2009), o Modo de Produção Biológico (MPB) exclui a utilização da quase totalidade dos produtos químicos de síntese, no entanto, para que este modo de produção seja aplicável na sua máxima extensão, os sistemas de Agricultura Biológica (AB) recorrem a diversas medidas indiretas de luta e aos meios de luta contra os inimigos das culturas, de modo a controlar as populações de insetos (Amaro, 2003)

Quadro 1- Meios de proteção diretos e indiretos utilizados na proteção das culturas (adaptado de Amaro, 2003).

<b>Meio de Proteção</b>	<b>Medida Indireta</b>	<b>Medida direta</b>
Legislativo	<b>x</b>	<b>x</b>
Genético	<b>x</b>	
Cultural	<b>x</b>	
Físico		
Mecânico	<b>x</b>	<b>x</b>
Térmico		<b>x</b>
Biológico	<b>x</b>	<b>x</b>
Biotécnico		<b>x</b>
Químico		<b>x</b>

Segundo o mesmo autor, as medidas de proteção indiretas visam a prevenção dos ataques dos inimigos das culturas, separando-as claramente dos diversos meios de proteção existentes, uma vez que estes serão apenas utilizados num determinado período crítico. Os meios diretos de proteção são, a luta física, que inclui métodos mecânicos e térmicos, culturais, biológicos, biotécnicos e químicos.

#### 1.1.2.1 Agricultura Biológica e os meios de proteção das culturas

O MPB é um sistema global de gestão das explorações agrícolas e de produção de géneros alimentícios, que combina as melhores práticas ambientais, um elevado nível de biodiversidade, a preservação dos recursos naturais, a aplicação de normas exigentes em matéria de bem-estar dos animais e método de produção em sintonia com a preferência de certos consumidores de produtos obtidos utilizando substâncias e processos naturais (REG. n.º 834/2007 de 28 de Junho).

No MPB para controlo dos inimigos das culturas, deve ser dada preferência à aplicação de meios de proteção preventivos, nomeadamente os culturais, biológicos e biotécnicos. O uso de produtos fitofarmacêuticos deve ser fortemente restringido (DGAV, 2018).

Atendendo à introdução da tecnologia objeto deste trabalho (Sistema Autónomo de Monitorização de Insetos) e pelas razões que se explicam e justificam em capítulos que se seguem, os meios de proteção das culturas identificados no quadro 1 mais importantes são, os biológicos, biotécnicos, e, em último recurso, os meios de proteção químicos.

Os meios de proteção biológicos caracterizam-se pela utilização de parasitoides, predadores, microrganismos antagonistas, competidores e entomopatogénicos, e microrganismos hipovirulentos, com o objetivo de reduzir as populações de um inimigo da cultura, tornando-o menos abundante e, conseqüentemente, menos prejudicial (Van Driescher, 1996).

Nos meios de proteção biotécnicos, recorre-se à utilização de compostos semioquímicos que são substâncias ou misturas de substâncias emitidas por uma determinada espécie para promover a comunicação com indivíduos da mesma espécie, as feromonas. Na proteção de pomares contra pragas de insetos, é comum utilizar-se feromonas sintéticas (autorizadas em Agricultura Biológica), quer para a atração de machos adultos para o interior de armadilhas, ou através da utilização de difusores de feromonas que geram gradientes de feromonas no pomar, recorrendo à técnica da confusão sexual, impedindo que os machos localizem as fêmeas e assim se evite o acasalamento, reduzindo as populações da praga e os prejuízos (Amaro, 2003). De

acordo com o mesmo autor, este meio de proteção permite ainda captura em massa de insetos, caracterizada pela utilização de grandes quantidades de armadilhas, similares às utilizadas para a monitorização dos pomares, com o objetivo de capturar grandes quantidades de insetos e consequentemente à sua destruição.

No que concerne à luta química, esta define-se pela utilização de “...*substâncias químicas naturais ou de síntese, utilizadas para reduzir ou eventualmente eliminar as populações de inimigos das culturas*” (Amaro, 2003), sendo que em Agricultura Biológica os últimos não podem ser utilizados, existindo contudo algumas exceções, como as feromonas utilizadas em armadilhas ou difusores. Os reguladores de crescimento dos insetos também são inseticidas que têm assumido cada vez maior importância, sobretudo a partir dos anos 90 devido ao desenvolvimento crescente da AB, com vista ao cumprimento das suas exigências. A principal justificação para o seu uso em AB prende-se com o facto de serem inseticidas não químicos se síntese, naturais, de reduzida persistência e que são pouco tóxicos para o Homem e para a fauna auxiliar.

## 1.2 A Cultura da Cerejeira

Não se pretendendo restringir o âmbito de aplicação do equipamento a apresentar, apenas às pragas de insetos que provocam elevados prejuízos na cultura da cerejeira (*Prunus avium* L.), optou-se por utilizar como modelo esta espécie como forma de especificar o potencial de aplicação do equipamento SAMI, sem correr o risco de nos dispersarmos em especificidades técnicas e científicas sobre as numerosas pragas que fazem parte dos ecossistemas das diferentes culturas com interesse comercial. Na verdade, a armadilha desenvolvida apresenta potencial para a adaptação a diferentes insetos, de diversas dimensões e hábitos de voo diferentes, quer sejam considerados ou não inimigos das culturas, e portanto com maior diversificação de utilização.

### 1.2.1 Origem, Taxonomia e Ciclo Cultural da Cerejeira

A classificação sistemática da cerejeira e a descrição botânica apresenta-se no quadro que se apresenta abaixo (Quadro 4). A cerejeira (*Prunus avium* L.) é endémica na Ásia, particularmente na zona Norte do Irão, bem como na Ucrânia e em alguns países localizados a Sul das montanhas do Cáucaso, encontrando-se também desde do Sul da Suécia até à Grécia, Itália e Espanha (Gonçalves, 2006).

Quadro 2: Posição sistemática da cerejeira. Adaptado de (Gonçalves, 2006)

Divisão	Spermatophyta
Subdivisão	Magnoliophytina (Angiospermae)
Classe	Magnoliatae
Subclasse	Rosidae
Ordem	Rosales
Família	Rosaceae
Género	<i>Prunus</i>
Espécie	<i>Prunus avium</i> L.
Nome comum	Cerejeira; Cerdeira; Cerejeira-brava; Cereja (fruto)

A espécie é originária da zona entre o mar Cáspio e o mar Negro presumindo-se que a sua distribuição tenha inicialmente ocorrido através da ação de espécies migratórias de pássaros que se alimentavam dos frutos e depositavam as sementes a distâncias consideráveis (Webster, 1996). No entanto, os movimentos populacionais ao longo das diferentes gerações poderão estar na resposta à distribuição atual da cultura da cerejeira em todo o mundo.

Quadro 3: Descrição botânica, distribuição e habitat da cerejeira. Adaptado de (Gonçalves, 2006)

Planta	Árvore com pernadas subpatentes e sem rebentos de raiz; raminhos castanho-avermelhados, glabros; gomos com 7-10 catáfilos.
Tipo fisionómico	Mesofanerófito.
Folhas	Com 8-15 x 4-7 cm, obovado-oblongas, acuminadas, crenado-serradas, glabras mas baças na página superior, pendentes em novas; pecíolo com 2-5 cm e glândulas na base do limbo.
Flores	Cimeiras 2-6 flores, sésseis, rodeadas na base pelos numerosos catáfilos escariosos do gomo; hipanto urceolado; pétalas com 9-15 mm, brancas.
Fruto	Drupa com 9-12 mm, globosa, vermelho-escuro (também amarelada, vermelho vivo ou negra conforme as cultivares), doce ou ácida; endocarpo liso.
Distribuição	Quase toda a Europa, Oeste da Ásia e Noroeste de África.
Habitat	Ruderal e matos.

O ciclo cultural da cerejeira inclui vários estados fenológicos desde o repouso vegetativo até que ocorra a maturação completa dos frutos, tal como se apresenta na Figura 2.



<p><b>A (Baggiolini)</b> <b>00 (BBCH)</b> Repouso hibernar dos gomos florais</p>	<p><b>B</b> <b>51 - 53</b> Inchamento dos gomos florais - as escamas começam a abrir</p>	<p><b>C</b> <b>56</b> Abrolhamento - as pétalas alongam-se</p>	<p><b>D</b> <b>57</b> Abertura das sépalas - a parece a extremidade das pétalas - ponta branca</p>
<p><b>E</b> <b>59</b> Pétalas em “balão” - Estames visíveis</p>	<p><b>F1</b> <b>60 - 61</b> Primeira flor aberta - Início da floração</p>	<p><b>F2</b> <b>65</b> Plena floração - Pelo menos 50% das flores abertas - Queda das 1<sup>as</sup> pétalas</p>	<p><b>G</b> <b>67</b> Floração em declínio - Queda geral das pétalas</p>
<p><b>H</b> <b>69</b> Fim de floração - Queda total das pétalas - Início do desenvolvimento do fruto</p>	<p><b>I - J</b> <b>71</b> Início do desenvolvimento do fruto - queda de frutos pós-floração</p>	<p><b>75 - 79</b> Desenvolvimento do fruto - Início de coloração</p>	<p><b>81 - 89</b> Início de maturação - Maturação completa</p>

Figura 2: Estados Fenológicos da Cerejeira – Escala de M. Baggiolini / Escala BBCH - Adaptado de: (DRAP, 2018)

A indução floral é iniciada por sinais internos encontrando-se a data exata de indução floral dependente da cultivar e das condições fisiológicas da árvore, sendo esta influenciada pelo clima e pelas práticas culturais (Webster, 1996). A data do início da diferenciação floral poderá

ocorrer depois da colheita entre Junho e Agosto, em função das condições edáficas e climáticas (Carvalho, 1994).

Todos os processos ligados à fecundação são afetados por reguladores hormonais, pela nutrição, pelo tipo de porta-enxerto e pela cultivar, que poderão ser controlados pelo produtor. Durante a floração, a polinização é afetada pelas características ambientais principalmente a temperatura e a humidade relativa (Costa, 2006).

### 1.2.2 Importância Económica

A cultura da cereja no nosso país representa cerca de 2% do total da produção de frutos frescos, com uma área de produção média estimada de 6.000ha em 2004, em que a grande maioria das explorações têm uma área inferior a 2 ha, representando quase metade do total da superfície plantada. De acordo com um estudo sobre a cultura da cerejeira em Portugal, publicado pelo Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas em 2007, feito com base em indicadores do INE, ao longo da década de 90 do século passado, a área total de cerejeiras em produção aumentou de 3.000 ha para mais de 5.500 ha, tendo esta área aumentado a um ritmo discreto mas estável ao longo dos últimos anos.

De acordo com o boletim de informação dos mercados relativo aos produtos vegetais, publicado pelo Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral, no ano de 2015, Portugal atingiu uma produção total de 17.714 toneladas de cereja numa área total de 6.286 ha, perfazendo uma média de produção de 2.82 t/ha.

Efetivamente, de acordo com as estatísticas agrícolas publicadas pelo Instituto Nacional de Estatística (INE, Estatísticas Agrícolas 2016, 2017), o ano de 2015 observou uma produção extraordinária, quebrando a média dos últimos três anos pela positiva, sendo que no ano seguinte, 2016, consequência da má floração, vingamento e rachamento dos frutos, a produção de cereja diminuiu para valores inferiores a 8 toneladas, fixando uma média quinquenal superior a 11 toneladas ano.

Quadro 4: Principais países produtores de cereja a nível mundial (Adaptado de FAO, 2016)

Area	Unidades: ton				
	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Turkey</b>	417 905	438 550	480 748	494 325	445 556
<b>United States of America</b>	284 148	303 377	384 647	301 276	329 852
<b>Iran (Islamic Republic of)</b>	251 418	138 403	155 860	165 000	172 000
<b>Italy</b>	115 476	112 775	104 766	131 175	110 766
<b>Spain</b>	85 192	101 945	96 946	97 489	118 220
<b>Russian Federation</b>	66 500	76 000	72 000	78 000	77 000
<b>Romania</b>	70 290	81 842	70 542	80 477	82 808
<b>Ukraine</b>	73 000	72 800	72 600	81 200	67 330
<b>Chile</b>	60 356	85 793	70 516	80 347	83 903
<b>Uzbekistan</b>	75 000	56 481	62 000	70 000	80 000
<b>Syrian Arab Republic</b>	58 084	62 195	82 341	62 373	54 211
<b>Greece</b>	38 200	35 200	51 300	63 000	73 380
<b>Austria</b>	52 013	71 170	38 680	47 943	56 883
<b>France</b>	44 911	48 054	30 486	39 272	47 000
<b>Poland</b>	40 134	37 984	41 063	47 552	48 070
<b>Germany</b>	30 831	37 035	23 005	24 462	39 571
<b>China, mainland</b>	28 734	30 564	31 301	32 897	34 492
<b>China</b>	28 734	30 564	31 301	32 897	34 492
<b>Lebanon</b>	25 269	22 425	23 683	22 666	21 620
<b>Serbia</b>	22 201	28 551	18 184	22 635	20 008
<b>Bulgaria</b>	24 951	30 063	19 512	38 162	33 294
<b>Japan</b>	19 700	20 400	17 800	18 100	19 000
<b>Albania</b>	12 528	14 400	16 970	18 920	17 730
<b>Australia</b>	11 857	10 475	11 605	17 720	12 694
<b>Canada</b>	9 982	10 072	15 185	12 649	16 000
<b>Portugal</b>	9 926	13 444	10 416	10 776	10 577

Apesar da cultura da cerejeira não ser a cultura de maior significado económico no nosso país, quer em área de plantação quer em volume de produção, foi esta a cultura escolhida para a elaboração do presente trabalho essencialmente por ter três regiões específicas de produção bem demarcadas em Portugal continental com relevante interesse socioeconómico, onde os produtores se encontram maioritariamente organizados em cooperativas.

Os pomares de cerejeiras situam-se sobretudo a norte do rio Tejo, com exceção da região de Portalegre, sendo na sua maioria provenientes de enxertias em *Prunus avium*, sendo a zona de maior expressão a região da Cova da Beira (Covilhã, Fundão e Belmonte) com cerca de 55% da produção nacional. A zona do Douro Sul (Resende, Lamego e Penajóia) e Alfândega da Fé, em Trás-os-Montes, perfazem cerca de 40%. Os restantes 5% distribuem-se por Proença-a-Nova, Ferreira do Zêzere e Portalegre (Gonçalves, 2006). Segundo dados recolhidos pelo autor, cerca de 40% da cereja destina-se às grandes superfícies de venda em fresco, 45% aos mercados abastecedores dos grandes centros urbanos e a restante tem como destino a indústria de transformação.

A cultura da cerejeira, em grande parte das explorações agrícolas, é encarada como uma atividade complementar que contribui para a diversificação dos trabalhos da exploração, aproveitando a infraestrutura da exploração agrícola no final da Primavera e sobretudo, para a diversificação das suas fontes de rendimento (Luz, 1992).

### 1.2.3 Utilização e valor nutricional

A Cerejeira (*Prunus avium* L.) é uma planta da família da Rosáceas, originária da Ásia e produz um fruto pequeno, arredondado, de cor vermelha, polpa macia e succulenta. O seu fruto, a cereja, pode ser consumido em fresco, como sobremesa, ou transformado, usado na preparação de conservas, compotas, ou ainda adicionada a produtos láteos e bebidas. Consumida em fresco, a cereja tem propriedades refrescantes, diuréticas e laxativas, sendo um fruto rico em hidratos de carbono, flavonoides e potássio, aporta quantidades significativas de fibra e contém pequenas quantidades de vitamina A e vitamina C (INSA, 2018).

Quadro 4: Valor nutricional e principais constituintes da Cereja (INSA, 2018).

CEREJA - Valor energético e constituintes 100g		
Energia	284 kJ / 67 kcal	
Macroconstituintes		
Lípidos	0,7	g
Hidratos de carbono	13,3	g
Mono + dissacáridos	13,3	g
Fibra alimentar	1,6	g
Proteína	0,8	g
Água	82,6	g
Ácidos orgânicos	0,4	g
Vitaminas		
Vitamina A	24	µg
Caroteno	141	µg
Vitamina B6	0,04	mg
Vitamina C	6	mg
Minerais		
Fósforo (P)	15	mg
Potássio (K)	210	mg
Cálcio (Ca)	14	mg
Mágnésio (Mg)	10	mg

### 1.3 Pragas da Cerejeira

A captura de insetos adultos para monitorização de pragas é feita através da utilização de armadilhas alimentares ou cromotrópicas, com o objetivo de determinar o início da emergência dos adultos e de elaboração das curvas de voo (Luz, 1992).

Segundo Félix e Cavaco (2008), Teixeira & Rego (2011) e Thomas et al., (2010), existem diversas pragas e doenças que condicionam o normal desenvolvimento desta espécie, influenciando a qualidade dos frutos. No entanto, descrevemos seguidamente as espécies de insetos mais importantes que podem afetar os pomares de cerejeira no nosso país, realizando posturas nos frutos quando estes se encontram na fase final do seu crescimento e início de maturação, apresentando-as por grau de importância.

#### 1.3.1 Mosca da Cereja – *Rhagoletis cerasi*

*Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae), comumente chamada mosca da cereja, é uma das principais e mais antigas pragas desta cultura sendo, a cerejeira o seu principal hospedeiro. Causa estragos diretos nos frutos pela perfuração destes pelo ovíscapo da fêmea quando esta realiza a postura. É uma praga grave da cerejeira, e segundo Coelho (2017), os prejuízos causados estão associados ao seu ciclo biológico estando a sua emergência sincronizada com as fases da fenologia do fruto em que este é suscetível às posturas.

##### 1.3.1.1 Taxonomia e biologia

Segundo (Richards, 1984), a posição sistemática da *Rhagoletis cerasi* L., é a seguinte:

Filo – Arthropoda  
Sub-filo – Chelicerata  
Classe – Insecta  
Ordem – Diptera  
Sub-ordem – Brachicera  
Série – Schizophora  
Secção – Alcalyptratae  
Família – Tephritidae  
Género – *Rhagoletis* L.  
Espécie – *Rhagoletis cerasi* L.

Segundo (Luz, 1992), o adulto de *R. cerasi* é uma pequena mosca com 3,5 mm a 5 mm de comprimento, sendo a fêmea ligeiramente maior do que o macho, diferindo sobretudo no alongamento do 5º segmento abdominal e pela ausência de ovíscapo no macho. O inseto é quase todo negro com a face amarelo claro na parte anterior e escuro na parte posterior da face,

apresentando tórax negro brilhante com sedas marginais no bordo dos últimos segmentos (Figura 3). As suas coxas são negras com tíbias e tarsos amarelos (Luz, 1992).



Figura 3: Fêmea de *Rhagoletis cerasi*. Adaptado de (Luz, 1992)



Figura 4: Macho de *Rhagoletis cerasi*. Adaptado de (Luz, 1992)

De acordo com diversos autores citados por (Luz, 1992), o aparecimento dos adultos dá-se entre o mês de Abril e meados de Julho, dependendo da latitude, altitude, natureza física do solo, a exposição do pomar e as condições climáticas. A coincidência do aparecimento dos primeiros adultos com o início de maturação dos frutos é determinada maioritariamente pelas condições climáticas (Sélariés, 1930), não emergindo os adultos se a temperatura média diária não for igual ou superior a 10° C (Sélariés, 1930).

Poucas horas após a sua emergência, os adultos começam a alimentar-se de exsudações vegetais, tais como, secreções gomosas de rebentos e folhas da Cerejeira e meladas de natureza entomológica (Balachowsky, 1935).

Os fatores de dispersão de *R. cerasi* são motivados essencialmente pela escassez de frutos para oviposição nas imediações do pomar e dependentes das condições meteorológicas. De acordo com Thiem, (1938), a mosca da cereja não abandona a área da árvore sob a qual eclodiu mas, enquanto outros autores referem que a mosca da cereja chega a deslocar-se até 500 metros da sua zona de eclosão.

#### 1.3.1.2 Deteção da mosca da Cereja no pomar

A identificação e deteção da presença da mosca da cereja é feita essencialmente através de armadilhas físicas atrativas cromotrópicas, com plaquetas de amónio ou, combinadas com feromona atrativa de hidrolisado de proteína. Estes métodos são também eficazes para proceder à captura em massa destes insetos.



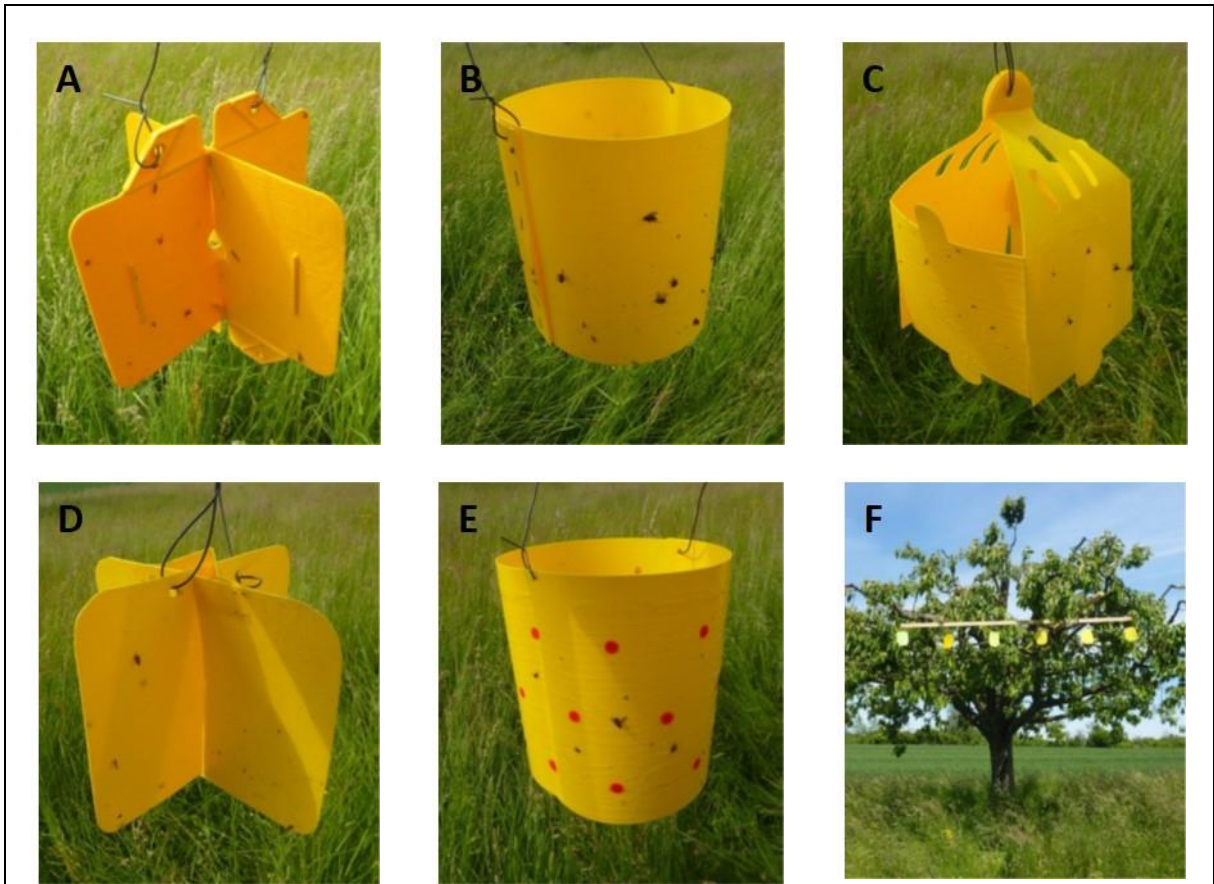


Figura 5 – (A) a (E): Diferentes armadilhas utilizadas para captura de *R. cerasi* (F): Disposição das armadilhas no pomar Adaptado de (Daniel, Mathis, & Feichtinger, 2014)

Estudo levado a cabo por vários autores (Daniel, Mathis, & Feichtinger, 2014), foram testadas várias formas de armadilhas autoadesivas em diferentes gradientes de cor amarela, com e sem fluorescência, numa tentativa de determinar qual das combinações seria a mais eficaz na captura desta praga. Os autores concluíram que *R. cerasi* possui uma sensibilidade espectral eletroretinográfica entre os 485 e os 500 nm (região amarela esverdeada) e um segundo pico na região ultravioleta, nos 365 nm. No que respeita à forma da armadilha, a mais eficaz na captura de adultos foi a cilíndrica com pontos vermelhos de 15 mm de diâmetro, evidenciando todas as formas testadas bons resultados de captura, tendo-se verificado que a superfície total da armadilha é o principal fator diferenciador entre elas.

### 1.3.2 Drosófila de Asa Manchada - *Drosophyla suzukii*

*Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) é uma espécie originária do continente Asiático, tendo sido descrita por Matsumara (1931). Os primeiros relatos de estragos ocorreram no Japão em cerejas, uvas, pêssegos, maçã, dióspiros e ameixas. Em 1980 foi capturada no estado do Hawaii, passando para o continente Americano no início dos anos 2000 e desde então a sua

identificação tem sido feita num número cada vez maior de estados. Segundo diversos autores citados por Bruno (2014), *D. suzukii* foi detetada na Europa pela primeira vez em Espanha, no município de Rasquera, na província de Tarragona, em Outubro de 2008, tendo em 2009 sido confirmada a sua presença em França, na região de Montpellier (Calabria, 2012) e, também, em Itália, na província de Trento (Grassi et al., 2009). Posteriormente temos assistido a uma forte dispersão da praga, estando presente em diversos países europeus, tendo sido identificada pela primeira vez em Portugal numa exploração de framboesas em Odemira no ano de 2012 (EPPO, 2012).

Na espécie *D. suzukii*, ao contrário do que se sucede com a mosca do vinagre e outras espécies do mesmo género, que atacam frutos sobre maduros ou em decomposição, a fêmea possui um ovíscapo endurecido e serrilhado que lhe permite fazer posturas em frutos sãos ainda antes da sua maturação (Barroffio et al., 2013).

Esta espécie é conhecida pelos estragos que provoca em pomares de pequenos frutos, especialmente os de pele fina, chegando os ataques a provocar 100% de perdas dependendo da cultura (Santos, 2014). Segundo este autor, os hospedeiros referenciais desta espécie são a cereja, o morango, mirtilo, amora e framboesa, sendo que este autor cita diversos autores que registaram ataques significativos em hospedeiros como o pêssago, uva, dióspiro, etc. (CPAN, 2009; CFIA, 2011; Berry, 2012).

#### 1.3.2.1 Taxonomia e biologia

A posição sistemática de *D. suzukii* é a seguinte (Bachli, 2013):

Filo – Arthropoda  
Classe – Insecta  
Ordem – Diptera  
Sub-ordem – Brachicera  
Série – Schizophora  
Secção – Alcalyptratae  
Família – Drosophilidae  
Género – *Drosophila*  
Espécie – *Drosophila suzukii*

Os insetos adultos de *D. suzukii* são considerados de pequena dimensão, medindo entre 2 e 3 mm de comprimento. Apresentam uma coloração amarelada acastanhada, com olhos vermelhos e bandas negras na parte posterior do abdómen (Dreves, 2009). Os machos são facilmente identificados pela mancha negra característica que apresentam nas asas (Figura 6 A). Além



destas manchas, os machos são caracterizados por terem dois pentes na tíbia (Figura 6 B) do par de patas anterior (Calabria, 2012).



Figura 6 – Macho de *D. suzukii*; (Bruno, 2014) Figura 7 – Macho de *D. suzukii* (Bruno, 2014)

As fêmeas (Figura 8 e 9), ao contrário dos machos, não apresentam quaisquer manchas nas asas, sendo ligeiramente maiores do que aqueles e podem ser identificadas pela forma serrilhada do seu ovíscapo (Liburd, 2013).



Figura 8 – Fêmea de *D. suzukii* (Bruno, 2014) Figura 9 – Ovíscapo de *D. suzukii*. Adaptado de (Teixeira 2011)

#### 1.3.2.2 Detecção da Drosófila de Asa Manchada no pomar

A eficácia da captura de *Drosophila suzukii*, utilizando quatro modelos comerciais de armadilhas em diversos pomares de cerejeiras e de morangos na Suíça, todas com a mesma mistura atrativa, testada em 2014, concluiu que as armadilhas mais eficazes para a captura deste inseto são as que apresentam diversos orifícios de 3mm de diâmetro.

Os autores (Daniel, Mathis, & Feichtinger, 2014) registaram capturas entre Abril e Dezembro de 2012, tendo parado o número de capturas devido à presença de neve, mas referem que em zonas com invernos mais amenos, como no sul de França, foram observadas por outros autores, capturas de *Drosophila suzukii* ao longo do inverno. Segundo estes autores, o nível de capturas de *D.*

*suzukii* foi mais acentuada em pomares de framboesas, amoras e mirtilos, particularmente os que se encontravam localizados nas imediações de vinhas.

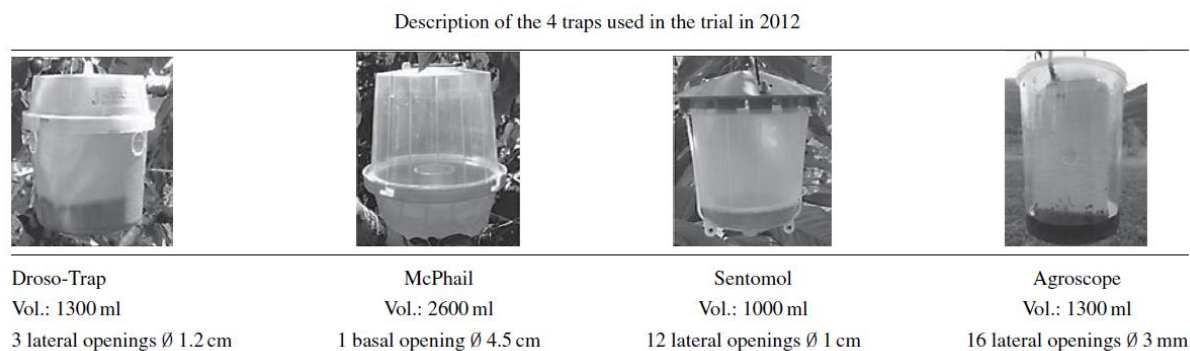


Figura 10: Descrição de 4 modelos diferentes de armadilha testados para captura de *D. suzukii*, (Daniel, Mathis, & Feichtinger, 2014).

Quanto ao atrativo exterior das armadilhas, um estudo recente levado a cabo por Basoalto, em 2013 revela que a *D. suzukii* é atraída por cores que variam entre o vermelho e o preto, obtendo-se capturas superiores comparativamente a dispositivos transparentes utilizando o mesmo isco. Por sua vez, os mesmos autores verificaram que, a utilização de uma faixa horizontal preta em dispositivos vermelhos e a utilização de uma faixa vermelha em dispositivos pretos, aumentou significativamente as capturas comparativamente a dispositivos apenas vermelhos ou pretos.

Relativamente aos atrativos alimentares utilizados, (Baroffio, 2014) utilizaram uma mistura de vinagre de maçã e água em proporções idênticas, juntando-lhe 5 a 10% de vinho tinto. Outros autores, (Edwards, 2012) e (Brewer, 2011), identificam iscos à base de levedura como sendo os mais eficazes em zonas quentes ou nas estações do ano com temperaturas mais elevadas, não sendo tão eficazes sob temperaturas mais baixas devido à perda de volatilidade. Segundo um estudo realizado por (Cha, 2014), a mistura de ácido acético, etanol, acetoina, lactato de etilo e metionol dá origem a um isco químico capaz de produzir resultados idênticos ou superiores ao atrativo à base de vinagre de maçã e vinho.

### 1.3.3 Mosca do Mediterrâneo - *Ceratitis capitata*

*Ceratitis capitata* (Wideman), comumente conhecida como mosca do Mediterrâneo, é um díptero da família *Tephritidae* e é uma das pragas mais polífagas a nível mundial (Félix, 2008). Esta espécie é nativa do Norte de África e, graças à sua plasticidade ecológica, infestou com facilidade uma grande diversidade de territórios, através do transporte de frutos infestados com

ovos ou larvas, o que fez com que este inseto se encontre atualmente presente em todas as áreas continentais e zonas insulares (Carvalho, 1997).

O potencial invasor desta espécie encontra-se diretamente relacionado com a diversidade de hospedeiros que possui, sendo considerada uma praga mundial e uma séria ameaça à produção e comercialização de frutos frescos (Rossler, 1988).

Apesar de ser referenciada na literatura como uma praga de presença desconhecida nos pomares de cerejeira (Thomas, 2018), os prejuízos causados por esta espécie podem atingir os 100% da produção, dependendo do hospedeiro em causa, uma vez que, segundo (Papadopoulos, 2002), a espessura do mesocarpo afeta determinantemente a sobrevivência das larvas. *C. capitata* foi detetada a partir de meados do mês de Maio em pomares de ameixeira e pessegueiro (Félix, 2008). Sendo referido por diversas vezes na bibliografia consultada que esta é uma espécie amplamente polífaga, decidiu-se incluir a sua caracterização no presente trabalho, uma vez que esta se encontra ativa durante o principal período de produção de cereja.

O método de reprodução da *C. capitata* é idêntico às espécies identificadas anteriormente, sendo os prejuízos causados pelas posturas das fêmeas sob a epiderme dos frutos, quando este iniciam o seu processo de maturação, alimentando-se as larvas da sua polpa e inviabilizando a sua comercialização em fresco Medeiros et al., (2007).

Segundo Carvalho et al., (1999), citado por Pimentel, (2010), a mosca do Mediterrâneo possui um ciclo de vida máximo de 21 dias e pode completar 5 a 8 gerações anualmente em Portugal continental.

#### 1.3.3.1 Taxonomia e biologia

A posição sistemática da *Ceratitis capitata* (Wiedemann) é a seguinte:

Filo – Arthropoda

Sub-filo – Chelicerata

Classe – Insecta

Ordem – Diptera

Sub-ordem – Brachicera

Família – Tephritidae

Género – *Ceratitis*

Espécie – *Ceratitis capitata*

Os insetos adultos de *Ceratitis capitata* são de pequena dimensão com cerca de 5mm de comprimento e 11 a 12mm de envergadura, (Pereira, & Assunção, 2008), sendo os machos

menores do que as fêmeas devido à ausência do ovíscapo. Segundo os mesmos autores, as suas asas são transparentes, apresentando faixas cinzentas, amarelas e amarelo-acastanhadas. Possuem cabeça escura com tórax negro e amarelo, distinguindo-se as fêmeas dos machos por possuírem no último segmento do abdómen, um ovíscapo retrátil, que se encontra protegido por uma bainha, que utilizam para perfurar a epiderme do hospedeiro com o objetivo de concretizar a postura dos seus ovos.

Outro fator diferenciador apresentado na Figura 11, é que, ao contrário das fêmeas, os machos evidenciam duas sedas espatuladas na região fronto-orbital (Leonardo 2002).

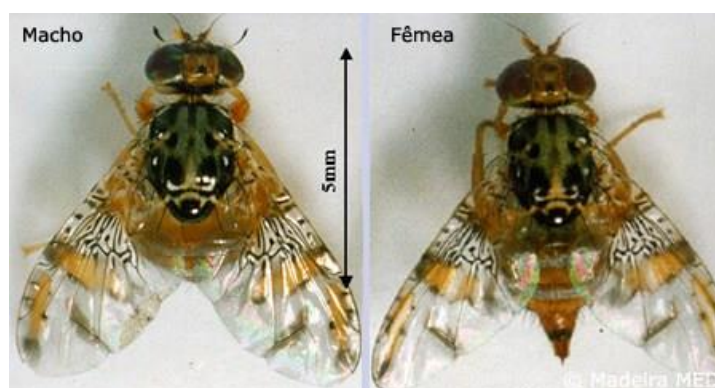


Figura 11 – Pormenor de adultos, Macho e Fêmea, de *Ceratitis capitata*. In

#### 1.3.3.2 Detecção da mosca do Mediterrâneo no pomar

Estudos sobre o tipo de armadilhas para capturas de *C. capitata* têm sido realizados por vários autores, nomeadamente por Pimentel (2010) e Pimentel et al., (2015), que na Ilha Terceira, monitorizaram as capturas de adultos desta praga em toda a ilha, utilizando para o efeito três combinações de armadilha/isco diferentes: uma mais indicada para atração e captura de machos e a outra combinação para a captura de fêmeas adultas (Figura 12, Figura 13 e Figura 14).



Figura 12 – Armadilha Tephry©



Figura 13 – Armadilha Delta (Foto Keliane Silva)



Figura 14 – Armadilha Easytrap©

No primeiro estudo foram utilizadas armadilhas Tephri (Figura 12) com uma mistura atrativa comercial, o 3Clure, composta por acetato de amônio, putrescina e trimetilamina, com o objetivo de efetuar a captura de fêmeas adultas de *Ceratitis capitata* na Ilha Terceira. Os resultados indicaram que estas armadilhas foram eficazes na captura de fêmeas e machos adultos desta espécie (Pimentel, 2010).

Num estudo mais alargado conduzido por Pimentel et al., (2015), baseados em trabalhos desenvolvidos pelos investigadores Costa et al., (2005) e Costa (2007), foram utilizadas duas armadilhas diferentes, cada uma com dois iscos específicos, tendo-se utilizado armadilhas Delta com feromona sexual “trimedlure” destinadas à atração e captura de machos adultos (Figura 13) e, armadilhas Easytrap (Figura 14) com atrativo alimentar 3Clure (acetato de amônio, putrescina e trimetilamina), destinadas à captura de fêmeas adultas. Os resultados evidenciaram a especificidade do binómio armadilha/isco para a captura de machos e fêmeas adultas de mosca-do-Mediterrâneo.).

#### 1.4 Análise de Requisitos de Armadilhas para Captura de Insetos

Tivemos oportunidade de constatar nos estudos desenvolvidos pelos diversos autores abordados no capítulo anterior, caracterização da cultura da cerejeira, que os equipamentos estáticos, baseados em atrativos cromotrópicos, de captura de insetos para determinação de curvas de voo e de monitorização do número de capturas, continuam a ser válidos, sendo utilizado por investigadores um pouco por todo o mundo, no desenvolvimento do seu trabalho. Conforme observamos em (Daniel, Mathis, & Feichtinger, 2014), constatamos que continuam a ser desenvolvidos estudos científicos para determinar a melhor forma de armadilha e espectro de cor mais eficaz para realizar a captura de *R. cerasi*, revelando que este tema continua a ser objeto de investigação científica e que não se encontra esgotado.

Com o objetivo de desenvolver um equipamento de grande precisão para captura de insetos voadores, que possa reduzir a intervenção física de um técnico especializado para fazer a recolha e processamento das informações obtidas no terreno, é necessário considerar a incorporação de um conjunto de características tão vastas quanto a quantidade e qualidade da informação necessária à obtenção de dados sobre o número e espécies de insetos capturados, numa localização determinada e num momento preciso. Assim, apresentamos seguidamente o estado da arte relativo às técnicas e tecnologias utilizadas em equipamentos para captura de insetos.

#### 1.4.1 Estado da Arte / Benchmarking

A adaptação de meios tecnológicos ao serviço dos sistemas agrários, particularmente no controlo e monitorização de pragas das culturas, tem vindo a apresentar soluções cada vez mais úteis para as explorações agrícolas.

Conforme tivemos oportunidade de constatar, os atuais meios tradicionais de monitorização que permitem fazer a determinação do início das épocas de voo dos insetos causadores de estragos nos pomares de cerejeira, independentemente de ser ou não atingido o NEA, são na sua generalidade estáticos e exigem a deslocação de um técnico ao local para fazer contagens e identificação da praga observada pelo que, o desenvolvimento de modelos de equipamentos autónomos, terão aplicabilidade e elevado interesse para realização de registos de informação sobre as populações de insetos que surgem no pomar.

##### 1.4.1.1 1.4.1.1. Utilização de Infra Vermelhos

Com a evolução da tecnologia e da engenharia agrária, foram surgindo sobretudo a partir de 1970 algumas inovações técnicas com o objetivo de serem aplicadas na prática, no entanto, o seu carácter tecnológico foi-se revelando descontextualizado com a disseminação da tecnologia que lhes servia de suporte, impondo custos de produção demasiado elevados e uma complexidade funcional acessível apenas a utilizadores de nível avançado, fazendo com que estas tecnologias encontrassem dificuldade em sair das respetivas fases experimentais, sem nunca chegarem a serem utilizadas pelos produtores agrícolas.

Em 1990, um grupo de investigadores desenvolveu um equipamento com ligação física a um sistema informático (Figuras 15 a 17), com o objetivo de realizar contagens de insetos e assim determinar os níveis de infestação em diversos tipos de bens alimentares armazenados (Estados Unidos da América Patente N° US005646404A, 1997).

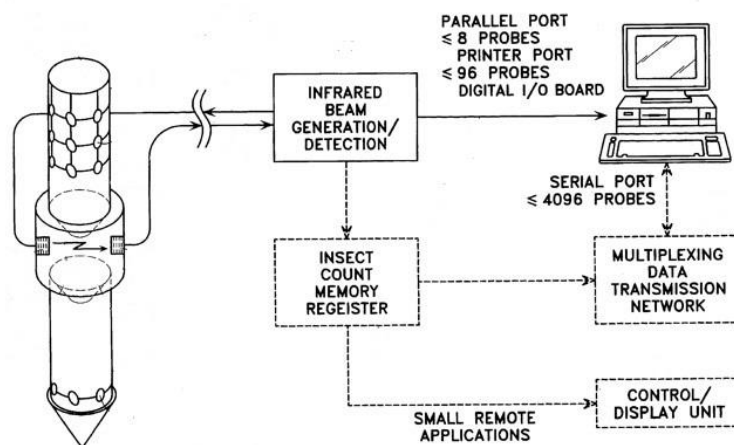


Figura 15 – Funcionamento da armadilha e sistema de transmissão de dados para computador remoto. Adaptado de: (Estados Unidos da América Patente N° US005646404A, 1997).

Na base deste equipamento encontrava-se uma armadilha cônica com diversas entradas em que os insetos, já no seu interior, eram conduzidos para um canal interrompido por um feixe de raios infravermelhos e voltava a sair por uns orifícios colocados na base do equipamento. Sempre que um inseto interrompe o feixe de infravermelhos, este gera uma contagem positiva que é posteriormente registada numa aplicação informática desenvolvida para o efeito.

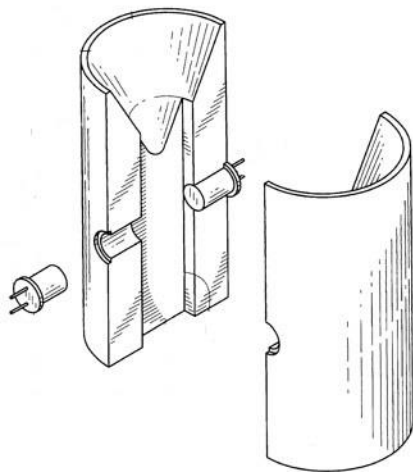


Figura 16 – Canal de contagem de insetos – alçados. Adaptado de (Estados Unidos da América Patente N° US005646404A, 1997)

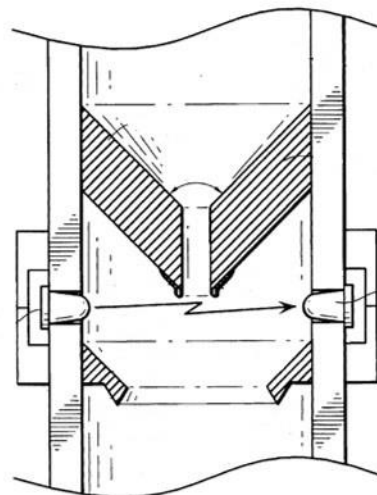


Figura 17 – Pormenor da secção e dispositivo de contagem de insetos. Adaptado de (Estados Unidos da América Patente N° US005646404A, 1997)

Este sistema apesar de ter um funcionamento bastante simples, apenas apresenta aplicação prática na contagem de insetos em silos e armazéns fechados, permitindo fuga dos insetos após a contagem.

#### 1.4.1.2 Utilização de Imagem

Com a rápida evolução que tecnologia teve desde então nomeadamente, a disponibilização para o mercado de equipamentos de recolha de imagem com dimensões cada vez menores e com maior qualidade nas imagens recolhidas, o rápido desenvolvimento dos sistemas de informação, capazes de processar cada vez mais informação num menor espaço de tempo, assim como o desenvolvimento que se assistiu nos equipamentos para armazenamento de energia, foi possível o aparecimento de armadilhas de insetos com mais tecnologia incorporada.

No ano de 2010 foi desenvolvido um equipamento que incorpora uma máquina para recolha de imagens diretamente de uma placa cromotrópica autoadesiva e as envia remotamente para posterior análise. Este equipamento (Figuras 18 a 21) encontra-se dotado de uma bateria que alimenta a camara que recolhe as imagens, as lâmpadas que fazem a iluminação interior e que possibilitam a recolha de imagens e, um módulo processador e retransmissor dos dados recolhidos (Patente Europeia Patente N° EP2149301A1, 2010). Este equipamento foi desenvolvido para monitorizar populações de insetos em estufas, apesar de também ser possível utilizá-lo no exterior, sempre que as condições atmosféricas assim o permitirem.

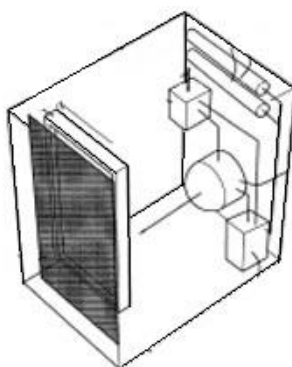


Figura 18 – Armadilha para monitorização de insetos através de recolha de imagem. Adaptado de (Patente Europeia Patente N° EP2149301A1, 2010)



As placas cromotrópicas autoadesivas são utilizadas com frequência para fazer a captura e monitorização de insetos em explorações agrícolas e têm um funcionamento bastante simples, sendo os insetos atraídos para a sua proximidade pelo espectro de cor que estas refletem e, quando pousam na sua superfície, ficam colados na sua película autoadesiva, permitindo ao técnico que faz o acompanhamento da exploração realizar a identificação e contagem dos insetos capturados.

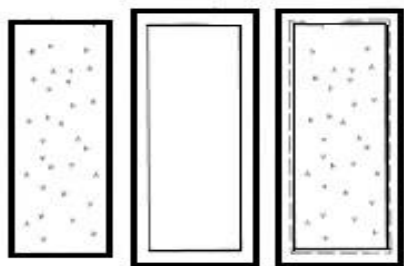


Figura 19 – Placas cromotrópicas de captura de insetos. Adaptado de (Patente Europeia Patente N° EP2149301A1, 2010)

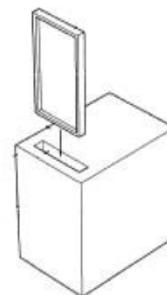


Figura 20 – Inserção das placas no equipamento de monitorização. Adaptado de (Patente Europeia Patente N° EP2149301A1, 2010)

À medida que o tempo vai passando, conforme podemos observar na figura acima, cada contagem revela um maior número de insetos capturados e, através de contagens sucessivas, realizadas em intervalos de tempo de igual duração, é determinado a intensidade do ataque.

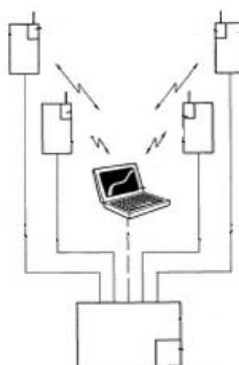


Figura 21 – Arquitetura de rede do sistema de monitorização. Adaptado de (Patente Europeia Patente N° EP2149301A1, 2010)

Tal como o equipamento desenvolvido por Litzkow et al. (1997), (Estados Unidos da América Patente N° US005646404A, 1997), este equipamento prevê a possibilidade de interligar um conjunto de equipamentos idênticos a uma unidade de armazenamento e processamento de

dados intermédia para serem posteriormente analisados, por um técnico especializado, num posto remoto.

Apesar de estar equipada com um módulo processador e retransmissor que faz a recolha, armazenamento e posterior transmissão da informação a um computador remoto (Patente Europeia Patente N° EP2149301A1, 2010), a natureza e forma de conceção deste equipamento encontra-se muito ligada ao método tradicional de captura e monitorização de insetos e, introduz alguma versatilidade no trabalho do responsável pelo acompanhamento fitossanitário da exploração. Na sua génese, não introduz qualquer inovação na forma e método de atração, captura e monitorização, ou seja na técnica de monitorização utilizada mas, e apenas, apresenta uma inovação na forma como é tratada a imagem obtida *in loco*, desmaterializando a informação para que possa ser analisada à distância, através da intervenção de um técnico especializado.

#### 1.4.1.3 Interligação com sistemas periféricos

Num trabalho recente desenvolvido por uma equipa de investigadores israelitas, (Patente Internacional Patente N° WO2014/037936A1, 2014), foi desenvolvida uma armadilha para fazer a atração, captura e contagem de insetos remotamente, interligada com um sistema de difusores localizados nas imediações das armadilhas que registassem maior número de capturas (Figura 22 e 23).

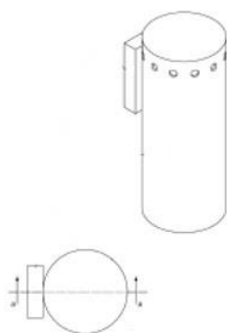


Figura 22 – Aparência externa do equipamento. Adaptado de (Patente Internacional Patente N° WO2014/037936A1, 2014)

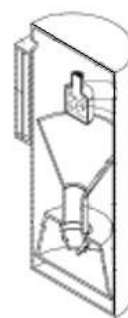


Figura 23 – Mecânica interna do equipamento. Adaptado de (Patente Internacional Patente N° WO2014/037936A1, 2014)

A forma da armadilha é bastante similar às armadilhas convencionais e a atração dos insetos é realizada com recurso a feromonas sexuais, ou atrativos alimentares, depositadas num recipiente que se encontra localizado no interior da armadilha, na sua parte superior. Este

recipiente também contém uma toxina que mata ou atordoa os insetos capturados que, acabam por cair para a sua parte inferior, sendo canalizados por uma secção em funil de forma a interromper um feixe de luz que incide num sensor ótico, permitindo assim realizar uma contagem física dos insetos capturados.

Este equipamento encontra-se dotado de um módulo processador que recolhe os dados do sensor ótico e os transmite para uma central remota de tratamento de dados que, de acordo com a intensidade das capturas pode automaticamente iniciar a luta química, comunicando com os difusores de produto inseticida ou de feromonas de confusão sexual, que se encontram nas imediações dessas armadilhas, evitando assim que os insetos que causam prejuízos às culturas possam atacar os frutos, por morte ou não por não terem a possibilidade de se reproduzir.

À semelhança dos equipamentos desenvolvidos por Heistek, J. C., (Patente Europeia Patente Nº EP2149301A1, 2010) e por Litzkow, C. el al, (Estados Unidos da América Patente Nº US005646404A, 1997), este equipamento também prevê a possibilidade de fazer a comunicação de dados remotamente para futuro processamento e análise, não indicando claramente como é que esse processo se desenvolve, por meio de cablagem ou através de alguma das tecnologias de comunicação de dados desmaterializadas então disponíveis.

A possibilidade de captura, processamento e transmissão de dados para uma unidade central, que recolhe informação de uma ou mais armadilhas, tem vindo a ser desenvolvida por diversos autores, no entanto, e apesar de existirem diversas tecnologias *wireless* eficazes à data para fazer a transmissão de dados, os equipamentos que se encontram desenvolvidos no momento apenas evidenciam a adoção de cablagem física, não especificando por qual das tecnologias sem fios disponíveis adotariam, nem de que forma efetuarão a gestão da rede de equipamentos de captura e sua interligação com a plataforma de monitorização central.

#### 1.4.1.4 Interligação de Vários Equipamentos

Em 2004 Ronnau, Per (Patente Internacional Patente Nº WO2004/110142, 2004) tinha já desenvolvido um método integrado para resolver questões que se encontravam ligadas com a comunicação de dados em sistemas de monitorização de pragas em edifícios, processos ou em áreas de monitorização determinadas. Este sistema apenas especifica a forma como os dados são recolhidos, processados e transmitidos, não especificando qualquer tipo de equipamento que faça a recolha dos dados, referindo-se apenas aos diversos tipos de equipamentos usualmente utilizados para o fazer, mesmo não existindo soluções comerciais capazes de efetuar a monitorização das capturas automaticamente e consequente transmissão de dados.

Conforme se pode observar nos desenhos publicados por Ronnau, Per em 2004 (Patente Internacional Patente N° WO2004/110142, 2004), o sistema foi pensado para funcionar idealmente em edifícios fechados, nomeadamente instalações de armazenamento de material médico e indústria panificadora. Atendendo ao nível de desenvolvimento da tecnologia à data, este sistema é bastante interessante porque permite fazer a integração de diversos sistemas de monitorização ambientais e de controlo de pragas, transmitindo os dados para uma central de processamento para posterior análise e tomada de decisão. Prevê a realização de relatórios automáticos, periódicos e pontuais, automaticamente ou a pedido do utilizador, assim como a comunicação inversa com outros equipamentos (Figura 24 e 25).

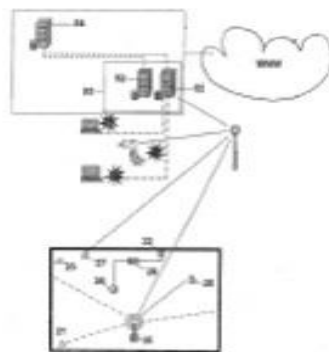


Figura 24 – Arquitetura de rede do sistema de monitorização. Adaptado de (Patente Internacional Patente N° WO2004/110142, 2004)

A possibilidade de interligar diversos tipos de equipamentos de monitorização das condições ambientais, de domótica e de monitorização de pragas, assim como efetuar a comunicação inversa, podendo controlar as ações de alguns desses equipamentos, permite a este sistema realizar o controlo de realidades distintas, tal como apresentado na figura abaixo.

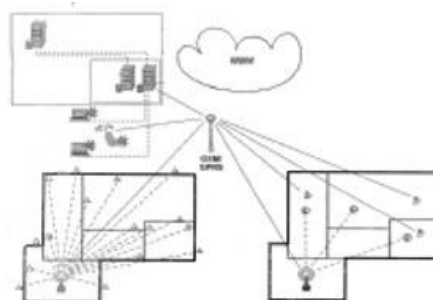


Figura 25 – Monitorização de duas realidades distintas. Adaptado de (Patente Internacional Patente N° WO2004/110142, 2004)

Pela análise da figura anterior observamos que se encontram a ser monitorizados dois locais distintos, com realidades também distintas, sendo que, a parte inferior esquerda da imagem representa um local de armazenamento de material médico e o da direita, uma indústria de panificação. Em cada um dos casos é utilizado um conjunto de equipamentos adaptados à sua realidade prática, ao tipo de riscos que se pretendem monitorizar, de acordo com a tecnologia disponível e à interatividade pretendida. No primeiro exemplo pode ser dada maior importância à deteção, captura e monitorização de roedores, no segundo caso é dado maior relevo à monitorização dos fatores ambientais e à captura e monitorização remota de insetos voadores.

Em qualquer um dos casos é interessante observar a redundância que foi adotada pelo autor para a comunicação entre o servidor central, o servidor local e os equipamentos periféricos de monitorização, utilizando para o efeito quatro tipos diferentes de tecnologia de comunicação de dados, a Radio Frequência (RF), tecnologia *Global Satellite for Mobile* (GSM) e, *Local Area Network* (LAN) com e sem fios para assegurar a ligação com a internet.

#### 1.4.1.5 Entomatic

Adotando uma abordagem alternativa na captura e identificação de insetos voadores, nomeadamente a *Bactrocera oleae* (mosca da azeitona), o projeto ENTOMATIC (Figuras 26 a 28) foi desenvolvido com base na tecnologia de reconhecimento bioacústico, fazendo a identificação dos insetos através dos batimentos das asas, o que lhe permite diferenciar entre adultos machos e fêmeas (upf.edu, 2018).

Através da utilização de iscos alimentares e de feromonas, a armadilha vai de encontro ao modelo desenvolvido no trabalho de (Potamitis, 2014), onde os autores realizaram a montagem

de um equipamento inspirado numa armadilha tipo McPhail, onde embeberam um sensor optoelectrónico que realiza contagens automáticas de insetos enquanto estes entram na armadilha a voar. Para tal (Potamitis, 2014) utilizou um sensor foto transístor que recebe um feixe contínuo de luz infravermelha emitido por uma lâmpada LED e que, ao ser interrompido pela passagem do inseto a voar, é capaz de registar o padrão de oclusão do feixe de luz proporcionado pelo batimento das suas asas enquanto entram na armadilha. Ao identificar todo o trabalho de implementação do *hardware* e todos os detalhes necessários à sua construção, este trabalho demonstrou que era então possível realizar o reconhecimento de insetos no campo e enviar remotamente os dados recolhidos para uma estação remota.

Este equipamento utiliza duas técnicas de atração de insetos distintas nomeadamente, a utilização de atrativos alimentares e de feromonas sexuais, como forma de atrair os insetos adultos para a sua proximidade e, a partir daí, para o seu interior, onde acabam capturadas pelo isco embebido em feromonas, ficando coladas ou afogando-se (AJAP, Armadilha digital para a captura da mosca da azeitona, 2016).

Quando os insetos iniciam o seu percurso para o interior da armadilha, a voar, interrompem o sensor optoelectrónico que recolhe os dados do inseto identificando-o e, caso se trate de um adulto de *Bactrocera oleae*, o equipamento assume uma contagem positiva e envia-a para a *cloud*, para posterior análise pela plataforma recetora de dados, uma página web acessível a todos os utilizadores, que permite evidenciar o número de capturas por armadilha, programar relatórios previsionais da propagação da praga, assim como enviar alertas de tratamento para o agricultor (AJAP, ENTOMATIC - Uma nova ferramenta para contagem automática da mosca da azeitona, 2017).



Figura 26 – Pormenor da armadilha Entomatic (AJAP, ENTOMATIC -



Figura 27 – Pormenor do suporte tecnológico da armadilha Entomatic

Uma nova ferramenta para contagem automática da mosca da azeitona, (AJAP, ENTOMATIC - Uma nova ferramenta para contagem automática da mosca da azeitona, 2017)



Figura 28 – Armadilha Entomatic em olival da Turquia (AJAP, Armadilha automática para contagem da mosca da azeitona, 2017)

O projeto ENTOMATIC permitiu o desenvolvimento de um equipamento capaz de realizar a captura, identificação e contagem remota da mosca da azeitona, tendo terminado em Dezembro de 2017 com a apresentação de um protótipo que servirá de base à sua produção em massa (AJAP, ENTOMATIC - Uma nova ferramenta para contagem automática da mosca da azeitona, 2017).

## 2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO SISTEMA AUTÔNOMO DE MONITORIZAÇÃO DE INSETOS (SAMI)




### 2.1 Oportunidade de Melhoria na Monitorização de Insetos

Na cultura da cerejeira a ação de determinados insetos que fazem posturas no fruto durante a sua fase final de crescimento ou no início da maturação, provoca elevados prejuízos na cultura podendo mesmo determinar a perda total da colheita (Sélariés, 1930), caso não seja levado a cabo um plano de proteção da cultura capaz de controlar as populações de insetos no pomar e nas suas imediações.

### 2.2 Identificação do problema

As principais ameaças à rentabilidade desta cultura são as diversas pragas de insetos voadores identificadas no capítulo anterior, que realizam as suas posturas nos frutos impossibilitando assim a sua comercialização, seja por perda de aparência comercial, seja por contaminação dos próprios frutos pelas larvas, que se alimentam da sua polpa (Figura 5).

Quadro 5: Comparação dos sintomas provocados pelo ataque de *R. cerasi*, *D. suzukii* e *C. capitata*. Adaptado de (DRAP, 2018)

	Mosca da cereja ( <i>Rhagoletis cerasi</i> )	Drosófila de asa manchada ( <i>Drosophila suzukii</i> )	Mosca do Mediterrâneo ( <i>Ceratitis capitata</i> )
Fêmea adulta			
Nº de Larvas/Fruto	Uma	Diversas (por vezes dezenas)	Diversas (por vezes dezenas)
Localização das larvas	Em torno do caroço	Por toda a polpa do fruto	Por toda a polpa do fruto
Orifícios de saídas das larvas do fruto	Um	Vários	Vários

A maneira mais eficaz de controlar os ataques destas pragas de insetos tem sido a aplicação de inseticidas nos pomares de cerejeiras, fazendo incidir as pulverizações nos momentos críticos do início do voo destes insetos, sendo estas pulverizações posteriormente repetidas de forma periódica praticamente até ao momento da colheita. *Drosophila suzukii* é uma exceção no que



se refere à eficácia da utilização de inseticidas químicos uma vez que não são aconselhadas pulverizações em pomares de variedades precoces e porque, também segundo, alguns ensaios realizados (DRAP, 2018) tem demonstrado reduzida eficácia dos inseticidas no controlo desta praga. Neste caso, os produtores utilizam as armadilhas para captura em massa de insetos que se encontram disponíveis no mercado, não só para determinar o início de voo das pragas e a intensidade dos ataques, mas também como um meio de luta, de forma a reduzir as populações de insetos adultos no pomar.

O encargo que as tarefas de monitorização e renovação das armadilhas representam para a exploração, seja ao nível de horas de trabalho e/ou de investimento/gastos, poderão implicar a opção pela luta química programada, pois esta apresenta um binómio custo/benefício comprovado, produzindo os efeitos desejados pelo agricultor na obtenção de uma colheita com uma taxa de perdas dentro dos limites aceites pelo mercado. Esta decisão é tomada sem se ter em conta o impacto que terá no meio ambiente, bem como nos resíduos de pesticidas nos frutos e na proteção de colheitas futuras, mas sobretudo de forma a assegurar os resultados pretendidos: a rentabilidade da colheita.

A colocação de armadilhas no pomar e sua verificação regular para realizar a identificação das espécies capturadas e respetiva contagem, assim como as tarefas de manutenção e substituição periódica das mesmas, que inclui a limpeza das armadilhas e reposição dos atrativos utilizados, acarreta para a exploração uma tarefa penosa que pode fazer com que muitas das vezes acabe por ser negligenciada.

Para além do elevado grau de contaminação resultante da aplicação de pesticidas químicos de síntese, e atendendo à agressividade para o meio ambiente dos produtos aplicados, estes podem também representar um forte impacto negativo sobre as populações de insetos auxiliares que se encontram presentes no habitat que se cria nos pomares de cerejeira, uma vez que, não discriminando os seus alvos, contribuem para a eliminação de todos os insetos sensíveis ao princípio ativo do inseticida aplicado.

Desta forma, os pomares tratados na sua totalidade ficam desprotegidos contra novos ataques, uma vez que já não possuem populações de insetos auxiliares em quantidade suficiente para efetuar o controlo natural das pragas causadoras de prejuízos. Portanto, se as populações destes insetos entraram em desequilíbrio em determinado momento, eventualmente por fatores edafoclimáticos que originam um desequilíbrio entre as populações de pragas e insetos

auxiliares, originando uma necessidade de tomada de ação por parte do agricultor, a utilização de químicos apenas contribuirá para o agravamento do desequilíbrio já verificado inicialmente.

## 2.3 O Sistema Autónomo de Monitorização de Insetos

Assim, face ao problema acima identificado e, de acordo com as boas práticas agrícolas defendidas pelo modo de proteção integrado e pelo modo de produção biológico, identifica-se a necessidade de adaptar as novas tecnologias às melhores práticas agrícolas de forma a facilitar por parte dos técnicos que fazem o acompanhamento dos pomares de cerejeiras, a opção pelo meio de proteção das culturas que melhor se adapta ao controlo das pragas de insetos identificadas em determinado momento no pomar.

O crescente desenvolvimento das novas tecnologias permitem-nos atualmente concentrar um grande número de dispositivos num só equipamento, capaz de realizar autonomamente a captura de insetos no terreno, organizar e transmitir os dados recolhidos autonomamente sem intervenção humana, libertando o produtor/técnico para outras tarefas essenciais ao funcionamento da exploração, e evitando assim que o acompanhamento dos equipamentos de captura e monitorização de pragas seja negligenciado.

Com a realização do presente trabalho propõe-se apresentar um equipamento com autonomia energética capaz de atrair para o seu interior insetos voadores, através da junção de várias técnicas atrativas de insetos, (cromotrópica, alimentar, feromona sexual e luz ultravioleta), capturando-os no seu interior para que não possam enviesar os resultados, e que envie remotamente os dados recolhidos por uma camara de vídeo, através de tecnologia sem fios, para que estes possam ser agrupados de forma permitir a elaboração de relatórios de monitorização das pragas.

### 2.3.1 Descrição do Equipamento

Os equipamentos e técnicas de atração e captura que se encontram a ser utilizados no momento têm sido capazes de obter bons resultados, quer ao nível da capacidade de atração quer da captura dos insetos.

Se nos centrarmos nas principais limitações com que os técnicos que fazem o acompanhamento das explorações agrícolas se deparam no dia-a-dia, no que diz respeito aos sistemas de monitorização de pragas com recurso a armadilhas cromotrópicas autoadesivas, com ou sem atrativos alimentares, e de armadilhas que feromonas sexuais, observamos que, a deslocação ao local em que estas armadilhas se encontram, a realização das contagens físicas de insetos e a

substituição das placas cromotrópicas autoadesivas ou a limpeza e substituição dos atrativos alimentares e/ou feromonas, são atividades lhes utilizam uma parte considerável dos recursos humanos da exploração.

Grande parte das vezes, devido à sobreposição das tarefas que têm que ser executadas na exploração agrícola, a informação recolhida no campo não chega a ser realizada com a periodicidade aconselhável, fazendo com que os dados recolhidos não cheguem a ser corretamente analisados e utilizados para suportar a tomada de uma decisão relativamente às estratégias de proteções de proteção a utilizar no pomar.

#### 2.3.1.1 Diferentes formas de atração de insetos

O equipamento que se apresenta a seguir propõe-se colmatar alguns *handicaps* que este método de monitorização possui, contribuindo para a diminuição do tempo despendido com os trabalhos de campo realizados e simultaneamente para aumentar a qualidade dos dados recolhidos, ao ponto de estes poderem servir de suporte ao seu processamento automático por sistemas de informação.

Inspirado no funcionamento e forma física da tradicional garrafa mosqueira, com o Sistema Autónomo de Monitorização de Insetos (SAMI) propõe-se concentrar três tipos de atrativos diferentes na sua secção inferior, de forma a atingir um grau de versatilidade capaz de abranger uma grande diversidade de insetos voadores, não só para os representam um risco para as culturas mas também os que lhe são inócuos e/ou auxiliares da cultura.

Assim, optou-se por manter uma secção destacável na parte inferior do equipamento que serve de depósito para o atrativo alimentar ou, em alternativa, a feromona sexual específica para a espécie que se pretenda capturar (Figura 29), construída em material duradouro e de fácil limpeza, dotado de um sistema mecânico de encaixe, características essenciais para permitirem o fácil acesso ao seu interior. Esta característica é determinante para a operação do equipamento porque permite fazer a recolha dos insetos capturados e a limpeza e renovação do atrativo utilizado sem ter que remover a armadilha do seu ponto de fixação no campo.



Figura 29 – Reservatório cromotrópico para atrativo alimentar e feromonas.

Esta secção pode ser construída em material de diferentes cores de maneira a possuir maior atratividade para a espécie de insetos que se pretende capturar, sendo por exemplo no caso da *Rhagoletis cerasi* o espectro de cor que reflete o amarelo (Daniel, Mathis, & Feichtinger, 2014) mas, no caso da *Drosófila suzukii*, espectros de cores compreendidas entre o vermelho e o preto (Basoalto, 2013).

Conforme referido pelas diversas fontes citadas, a utilização de materiais que refletem espectros de cor aos quais as diferentes espécies de insetos são sensíveis, possui um efeito atrativo para insetos que se encontram no pomar ou nas suas imediações, funcionando como um chamariz à distância, de forma a atraí-los para a proximidade da armadilha. Uma vez que os insetos se encontram na zona de alcance dos atrativos de difusão odora depositados no interior da armadilha, sejam eles alimentares ou de feromonas sexuais, estes procurarão uma forma de alcançar a sua origem de acordo com a intensidade do aroma difundido, encontrando assim as aberturas que os canalizarão para o seu interior.

Com o objetivo de dotar o equipamento com uma maior versatilidade na sua utilização, optou-se por adicionar, numa secção intermédia, uma lâmpada de luz ultra violeta (Figura 30) para funcionar como atrativo de insetos sensíveis a este espectro de cor, nomeadamente os insetos com hábitos de voo noturno, como é o caso das várias espécies de traça, que causam avultados prejuízos em diferentes culturas.

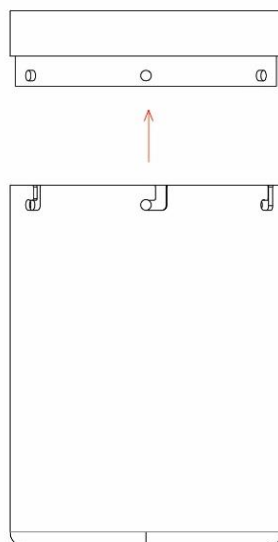


Figura 30 – Secção transparente para difusão de raios ultra violetas.

Conforme podemos observar pela análise da imagem acima, o sistema de encaixe mecânico foi pensado para que a remoção do contentor inferior seja fácil e rápida, sem comprometer a durabilidade e fiabilidade do equipamento. Os atrativos de feromonas utilizados para a captura de insetos são usualmente diluídos em água ou outros elementos líquidos, tal como o vinagre de maçã, vinho tinto e soluções atrativas comerciais (Baroffio, 2014), (Brewer, 2011), o que faz com que as secções superiores do equipamento não possam entrar em contacto com o conteúdo atrativo sob risco de avaria e mau funcionamento dos componentes eletrónicos. Por outro lado, esta capacidade de destaque é interessante caso se pretenda trocar por um contentor de cor diferente ou mesmo, para a sua substituição em caso de quebra ou avaria.

A secção da armadilha onde se localiza o atrativo luminoso (Figura 31), encontra-se alojada no centro do equipamento e é construída em material translúcido para permitir a difusão dos raios UV nas imediações da sua localização, atraindo os insetos para a zona de influência dos atrativos de feromonas.

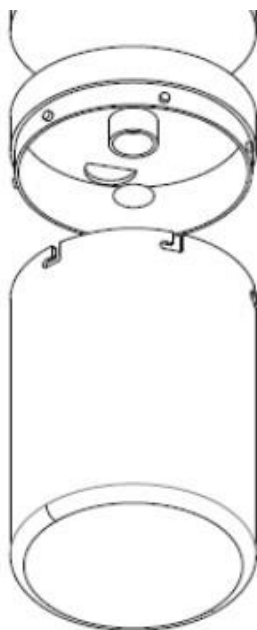


Figura 31 – Pormenor do local de encaixe da lâmpada LED de raios ultra violeta.

Esta lâmpada encontra-se protegida da ação do atrativo de feromonas por uma protuberância que existe no seu centro.

Porque este anel intermédio é construído em material translúcido, a lâmpada de raios UV deverá estar localizada ao centro da camara protetora, de forma a permitir que os raios UV se difundam melhor nas imediações do equipamento. Esta funcionalidade permite a utilização de uma lâmpada de menor intensidade, contribuindo assim para a redução das necessidades de alimentação energética do equipamento.

#### 2.3.1.2 Recolha de imagem e contagem de indivíduos

A secção translúcida é acoplada por sua vez a uma caixa estanque, na sua parte superior, permitindo assim a fixação da lâmpada UV e a acoplagem do sistema de canais que limitam a ação dos insetos e os conduzem para o interior da armadilha, pela parte superior da caixa estanque (Figura 32).

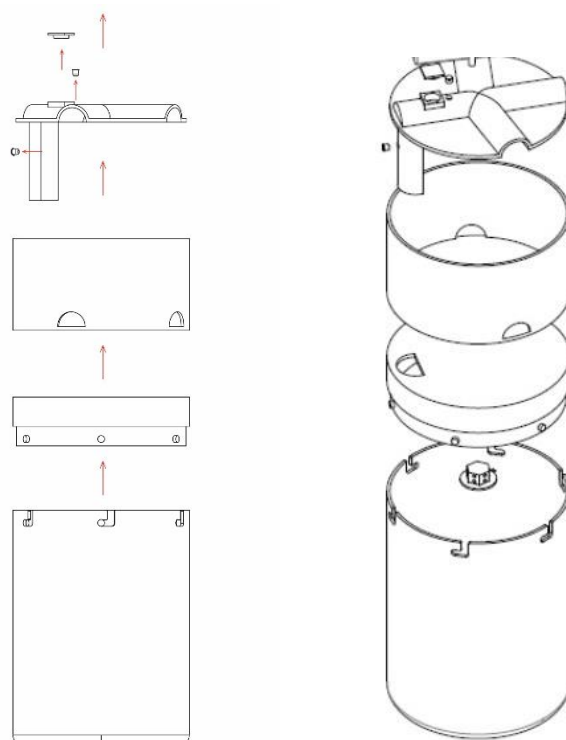


Figura 32 – Pormenor da caixa estanque, canais de acesso de insetos, e localização dos sensores de infravermelhos e camara de vídeo.

Conforme podemos observar através da análise das figuras acima, o disco superior que possui os canais de entrada dos insetos, é a parte do equipamento que aloja os sensores de Infra Vermelhos (IV) e a camara que realizará a recolha de imagens.

Os insetos atraídos para a proximidade do equipamento, com o objetivo de encontrarem a origem da feromona que emana do seu interior, utilizam as aberturas exteriores da secção estanque para prosseguir o seu objetivo, sendo canalizados para a última secção onde se encontra o primeiro feixe IV e a camara que recolhe as imagens desta secção específica do canal de acesso. A camara permitirá recolher imagens dos insetos que atravessarem o seu campo de ação, que abrange a largura total do canal de acesso, optando-se por um aparelho que permita a obtenção de imagens a curta distância, com o mínimo de resolução exigido pelo *software* de reconhecimento de imagem, de forma a reduzir o tamanho dos ficheiros de dados a transmitir, assegurando assim uma menor necessidade de consumo energético.

A secção descendente do canal que permite o acesso dos insetos ao interior do depósito de feromonas, está equipada com um segundo sensor de IV que contribuirá para confirmar os dados recolhidos pelos dois equipamentos precedentes e, o seu prolongamento serve para que esta secção encaixe na secção inferior para evitar que os insetos entretanto capturados no depósito de feromonas, mas que não tenham ainda ficado presos no seu líquido, voltem a

encontrar a entrada. No caso de um inseto encontrar a entrada no depósito de feromona e a utilizar para sair, realizando o caminho inverso, existe a possibilidade de se obterem contagens falsas, pelo que, existirá a necessidade de introduzir alguns processos de controlo para as evitar.

#### 2.3.1.3 Suporte tecnológico

A secção estanque do equipamento é construída de forma que a sua altura permite, alojar na sua base a secção com os canais de acesso para os insetos e respetiva tecnologia incorporada reservando espaço para encaixar uma última secção superior onde se encontram acoplados os circuitos eletrónicos que realizam o armazenamento e processamento das informações recolhidas, a sua transmissão para o servidor remoto, a comunicação entre os equipamentos e dotá-lo de autonomia energética.

A secção superior do equipamento encerra a caixa estanque e é onde se encontra a maior parte da eletrónica alojada. Um dos principais objetivos que este equipamento pretende atingir é, a simplificação das tarefas relacionadas com a monitorização de insetos no campo, sendo para tal indispensável reduzir as visitas aos equipamentos em utilização ao mínimo indispensável, a colocação, limpeza e substituição dos atrativos de feromonas.

Tratando-se de um equipamento com componentes eletrónicos, a sua autonomia energética é imprescindível, tendo-se optado pela colocação de painéis solares na parte mais exposta do equipamento, a parte superior, conforme identificado por (A) na Figura 33.

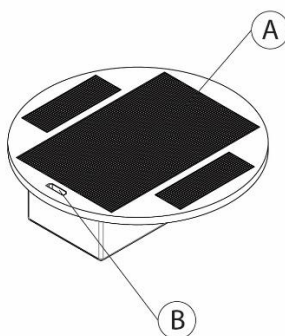


Figura 33 – Secção superior do equipamento e localização dos painéis fotovoltaicos.

Foi prevista uma entrada micro USB (B), na parte superior da secção, coincidente com a extremidade da bateria acumuladora de energia (F), por questões práticas de desenvolvimento. Numa versão definitiva, esta entrada será deslocada para a lateral do equipamento, de forma a prevenir uma previsível entrada de água que possa vir a danificar os circuitos alojados no seu



interior (Figura 34). A entrada micro USB servirá não só para efetuar um carregamento forçado do equipamento, mas também para realizar diagnósticos ao funcionamento dos diversos componentes, trabalhos de manutenção e atualização, recolha de dados em situações de mau funcionamento de algum dos componentes de transmissão de dados.

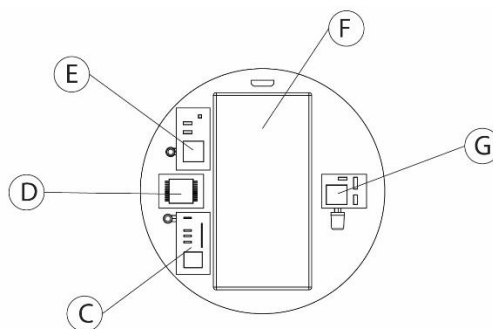


Figura 34 – Pormenor da localização dos diversos dispositivos eletrónicos.

Nas imagens acima podemos ver com maior clareza o tipo de tecnologia acoplada e a sua localização proposta nesta secção do equipamento, apesar de esta configuração poder ser alterada com o objetivo de lhe conceber maior durabilidade ou para facilitar a sua construção.

#### 2.3.1.4 Módulo de processamento e transmissão de dados

A página inferior desta secção permitirá alojar o módulo de comunicação *Global System for Mobile* (GSM), identificado por (C), que permitirá a utilização deste tipo de tecnologia para a transmissão de dados, sempre que não seja possível a utilização da tecnologia *Wireless Fidelity* (WIFI), identificada por (E).

A opção pela inclusão deste tipo de tecnologia pode ser encarada como desnecessária na maior parte das explorações agrícolas, por ser redundante com a transmissão de dados por WIFI, no entanto, pretendendo-se que este equipamento seja o mais versátil possível, permitindo a sua utilização em zonas remotas onde não exista sinal WIFI. Por outro lado, a tecnologia GSM, com custos de acesso e utilização cada vez mais reduzidos, tem vindo a ser alvo de evolução constante, atualmente através de tecnologia 4G e prevê-se para breve uma evolução para 5G, o que permitirá a qualquer um dos equipamentos servir de ponto de acesso para toda uma rede interligada. Esta funcionalidade será determinante para a cobertura de grandes áreas de produção onde o sinal WIFI não seja suficientemente forte para assegurar a transmissão remota dos dados recolhidos por cada equipamento.

Identificado por (D), podemos observar a localização do módulo que efetuará o armazenamento e processamento dos dados recolhidos, preparando-os para serem transmitidos para uma central remota, de forma a serem processados e catalogados automaticamente, agrupando-os para que possam ser analisados e gerar informação.

#### 2.3.1.5 Posicionamento espacial dos equipamentos

A localização exata do posicionamento do equipamento no terreno é determinante para se poder fazer o mapeamento das capturas e identificar as zonas onde estas possam estar a aproximar-se ou ultrapassar o nível económico de ataque. Este posicionamento será realizado por um equipamento de *global position system* (GPS), identificado por (G) para permitir uma vez mais o maior grau de autonomia do equipamento, evitando que o responsável pela exploração tenha que realizar uma tarefa crítica para o funcionamento do sistema de monitorização sempre que coloca ou recoloca um equipamento.

Por outro lado, o recurso a este tipo de tecnologia torna-se indispensável para a elaboração de relatórios precisos sobre as zonas onde estão a ser detetados os principais focos de infestação e respetiva intensidade de ataque, que são as ferramentas essenciais para a determinação dos meios de proteção e momentos da sua aplicação.

#### 2.3.1.6 2.3.1.7. Conformação final do equipamento

Uma vez encerradas todas as secções que fazem parte deste equipamento obtemos um objeto cilíndrico em muito parecido com uma tradicional garrafa mosqueira, tendo na base uma secção de cor amarela, verde ou violeta, uma secção incolor a um nível intermédio, evidenciando acima os orifícios das entradas dos canais de acesso e os painéis fotovoltaicos na extremidade superior (Figura 35).

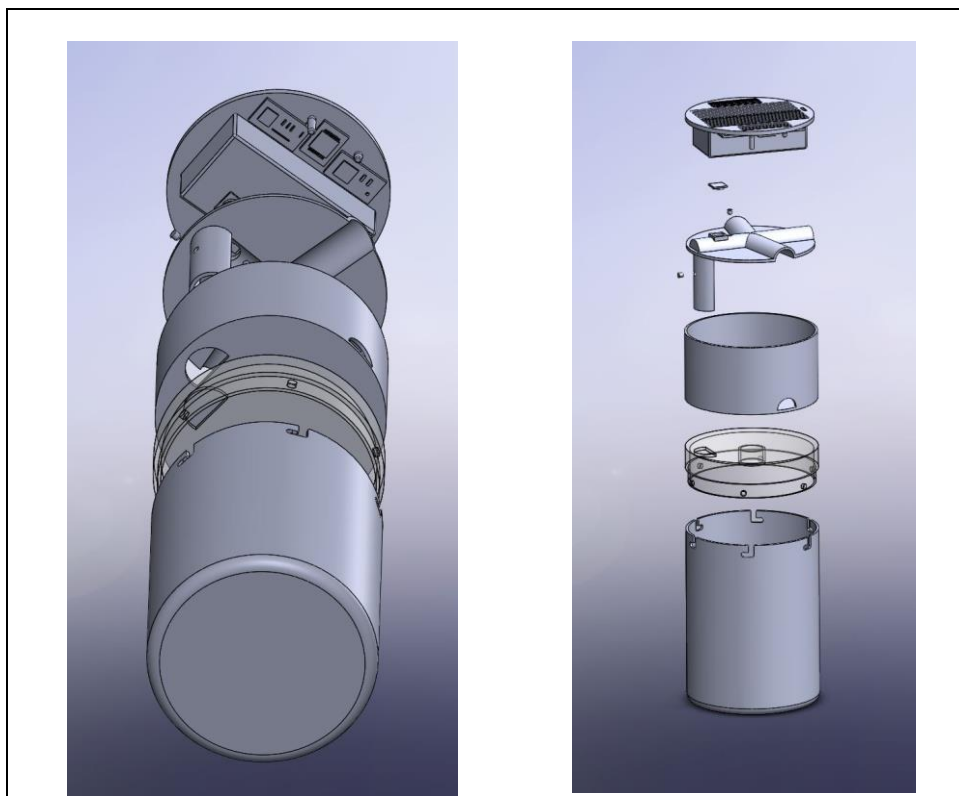


Figura 35: Projeção previewal tridimensional do equipamento

As figuras acima evidenciam os componentes físicos do equipamento, ordenando-os pela sua sequência de encaixe, permitindo fazer uma antevisão tridimensional da sua localização exata para que melhor se entenda a função que desempenham e de que forma interagem. Pela análise das figuras, podemos observar que a apresentação final do equipamento é bastante simples e prática, tendo sido concebida para o dotar do máximo de robustez, uma vez que se espera que funcione sob condições climáticas bastante adversas, suportando chuvas intensas, elevadas amplitudes térmicas e impactos mecânicos violentos provocados pela ação de animais e máquinas agrícolas.

Apesar de não ser apresentado na imagem, foi desenvolvido um sistema de fixação que consiste numa cinta ajustável em oito, em que um dos aros se fixa no equipamento ao nível da caixa estanque, enquanto o segundo aro permite a sua fixação ao sistema de condução das culturas ou à parte aérea da planta.

Sempre que não seja possível colocar o equipamento numa zona que garanta a máxima incidência dos raios solares, será possível instalar um painel fotovoltaico externo adaptado a uma extensão que ultrapasse a copa da árvore, utilizando para o efeito a tomada USB externa.

## 2.4 Especificação dos componentes da armadilha

Com o objetivo de obter dados com qualidade suficiente que permitam a sua análise e interpretação por uma estação remota foi necessário precaver algumas questões técnicas relacionadas com o posicionamento dos diferentes componentes eletrônicos, respetivas capacidades físicas e necessidades energéticas específicas de cada um deles.

### 2.4.1 Fatores críticos de sucesso

Ao nível eletrónico, foram identificados os fatores críticos para o funcionamento do equipamento que são apresentados abaixo de acordo com a ordem de importância:

- Capacidade atrativa e de captura de insetos voadores;
- A obtenção de imagens de qualidade em ficheiros informáticos de baixo volume;
- Obtenção de contagens de insetos fidedignas;
- Autonomia energética;
- Capacidade de filtrar, processar e armazenar dados internamente;
- Comunicação de dados por WiFi;
- Comunicação de dados por GSM;
- Localização georeferencial.

Atendendo à utilização generalizada dos meios estáticos de captura e monitorização de insetos, que continuam a ser objeto de investigação (Daniel, Mathis, & Feichtinger, 2014), assume-se que as três técnicas de atração reunidas no equipamento o dotam da eficiência de atração necessária para lhe conferir o grau de adaptabilidade a diferentes espécies de insetos voadores que se pretende capturar.

### 2.4.2 Identificação dos componentes eletrónicos

Identificam-se de seguida os diversos componentes eletrónicos selecionados para atingir as especificações técnicas propostas.

#### 2.4.2.1 Módulo base

Para materializar a arquitetura projetada, optou-se pela utilização do equipamento desenvolvido pela Fundação Raspberry Pi, que consiste num micro computador com o tamanho aproximado de um cartão de crédito (Figura 36). Apesar das suas características minimalistas, esta tecnologia permite adicionar diversos componentes específicos à medida das necessidades do

utilizador, permitindo uma experiência idêntica à de um computador pessoal como a ligação à internet ou a reprodução de conteúdo multimédia, sendo uma solução de baixo custo e de programação simplificada (www.raspberrypiportugal.pt, 2018).



Figura 36 – Módulo base Raspberry Pi© 3 Model B.

A versão utilizada foi a «Raspberry Pi© 3 *Model B*» que apresenta já incorporado no seu módulo base um processador Quad Core de 1.2GHz, 1GB de memória DDR2, um módulo de comunicação *Wireless LAN e Bluetooth* com antena, uma entrada para cartões Micro SD, um conjunto de 4 portas USB, uma porta multimédia HDMI, uma porta de rede *Ethernet*, uma porta compósita RCA, uma saída áudio de 3,5mm e conectores livres para ligação de camara de vídeo e para diversos periféricos. Conta ainda com uma porta micro USB para fazer a alimentação de todo o *hardware* (www.modmypi.com, 2018).

#### 2.4.2.2 Captura de imagem

Torna-se fundamental a possibilidade deste equipamento ser capaz de recolher imagens de insetos com qualidade suficiente para que o algoritmo informático de reconhecimento de imagens identifique uma espécie concreta, sem gerar ficheiros informáticos demasiado volumosos, de processamento inicial e de transmissão entre equipamentos demasiado exigente, ao ponto de comprometer a sua autonomia.

A camara de vídeo regista imagens sucessivas e a aplicação Raspberry Pi© verifica se a imagem capturada é diferente da última e em caso de ser detetada alguma diferença envia-a para Cloud (servidor central) de forma a realizar o seu processamento (Figura 37).

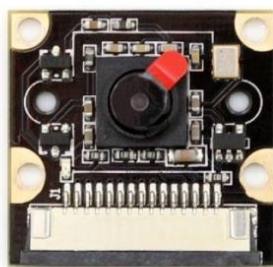


Figura 37 – Camara de vídeo para captura de imagens

A camara de vídeo foi selecionado por permitir a captura de imagens noturnas com uma resolução de 5 mega pixels e vídeo de alta resolução, em que a cena é iluminada recorrendo a lâmpadas LED de infravermelhos e a captura de imagem é feita através de um sensor CMOS, sendo ativada por um detetor de infravermelhos de modo a reduzir o tempo em que a câmara está ligada, aumentando assim a sua autonomia energética.

Esta camara permite a obtenção de imagens a uma distância focal mínima de 3,3mm, o que garante a otimização do espaço dentro do equipamento sem comprometer a total abrangência da cena a capturar (www.modmypi.com, 2018).

#### 2.4.3 Contagem de capturas

Da mesma forma, a obtenção de contagens das capturas dos insetos identificados, através das imagens obtidas, é determinante para que seja possível realizar-se o correto mapeamento de monitorização e a determinação do nível de intensidade dos ataques. Os dados recolhidos têm que ser fidedignos e verificados continuamente através processos informáticos bem definidos, articulando os dados obtidos pelo sensor de infravermelhos do canal de acesso ao depósito de feromonas (Figura 38) e as imagens recolhidas pela camara.



Figura 38 – Sensor de infra vermelhos

Encontra-se prevista a aplicação de dois sensores de infravermelhos no canal de acesso dos insetos ao reservatório de atrativo alimentar e/ou de feromonas sexuais, um antes do campo de recolha de imagem, com o objetivo de ativar a camara de vídeo, e outro na secção descendente do canal, com o objetivo de recolher a confirmação da contagem física de captura (www.modmypi.com, 2018).

#### 2.4.4 Processamento e armazenagem de dados

O módulo base da plataforma Raspaberry Pi© 3 já possui incorporado um processador Quad Core com 1GB de memória DDR2, o que cumpre os requisitos mínimos da uma solução proposta (Figura 39). Tratando-se de uma plataforma que permite a acoplagem de diversos módulos, caso se detete a necessidade de aumentar a capacidade de processamento ou de armazenamento intermédio, existe a possibilidade de instalar um componente com desempenho superior, como é o caso do Omega 2+ (www.modmypi.com, 2018).

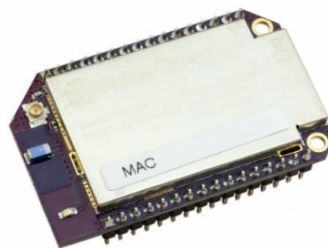


Figura 39 – Processador interno Ómega 2+

#### 2.4.5 Comunicação WiFi

Tal como acontece com o processador, o módulo base do modelo da plataforma Raspaberry Pi© 3 escolhido já incorpora um módulo de comunicação de *Wireless Fidelity* (Figura 40), no entanto, caso seja necessário aumentar a largura de banda ou o alcance do equipamento, é possível acoplar um módulo externo através das entradas USB disponíveis (www.modmypi.com, 2018).



Figura 40 – Módulo de comunicação WiFi externo

Dentro do universo de módulos compatíveis com Raspberry Pi existe uma grande diversidade de soluções, permitindo reforçar o sinal WiFi até os 100 metros, sem interferir na qualidade do sinal transmitido/recebido.

#### 2.4.6 Comunicação GSM

Em zonas onde não seja possível detetar sinal de rede WiFi será necessário recorrer à tecnologia GSM para, através da ligação a uma operadora de comunicações, usufruir do serviço 4G e assim realizar a transmissão dos dados recolhidos para a Cloud. Este módulo, dentro do universo compatível com Raspberry Pi, é acoplado à plataforma base e pode ser controlado à distância, através de *software* específico que realiza o seu controlo, permitindo desta forma uma gestão mais eficiente do seu consumo, maximizando a autonomia do equipamento (Figura 41).



Figura 41 – Módulo de comunicação GSM

Apesar de ser apresentado na imagem a opção pela antena exterior amovível, este módulo de comunicação GSM vem equipado com duas antenas, sendo também possível utilizar uma antena fixa cuja dimensão permite que possa ser alojada no interior do equipamento, contribuindo para a sua robustez sem que se perca capacidade de transmissão de dados (www.modmypi.com, 2018).



#### 2.4.7 Localização geoespacial

Para que seja possível georreferenciar o correto posicionamento do equipamento, sem ser necessária a intervenção do operador sempre que seja conveniente alterar o local em que se deseja realizar a monitorização de insetos, foi instalado na plataforma Raspberry Pi© um módulo de localização geoespacial (GPS), com antena fixa e que apresenta um baixo consumo energético (www.modmypi.com, 2018) (Figura 42).

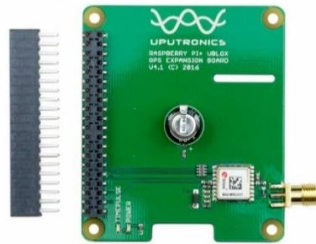


Figura 42 – Módulo de georreferenciação espacial

#### 2.4.8 Autonomia energética

A autonomia energética é um fator determinante para o sucesso deste equipamento, contribuindo em larga medida para que esta tecnologia venha a ser utilizada na generalidade das explorações agrícolas. A autonomia é garantida pela utilização de uma bateria recarregável, continuamente através da instalação de painéis fotovoltaicos (A) ou, pontualmente, através da ligação a uma unidade de carregamento externa à porta micro USB (B) (Figura 42).



Figura 43 – Bateria armazenadora de energia e painéis fotovoltaicos

Uma vez que não existe módulos fotovoltaicos, para geração de energia e respetivo armazenamento, que se possam acoplar diretamente à plataforma de desenvolvimento escolhida, a solução encontrada para garantir a autossuficiência do equipamento foi a de

desmantelar um powerbank disponível no mercado e incorporá-lo, à *posteriori* na referida plataforma. O equipamento utilizado tem capacidade para armazenar 20.000mAh e uma bateria de polímero de lítio, o que lhe confere uma grande durabilidade e o cumprimento da necessidade de autonomia energética do equipamento (www.amazon.com, 2018).

## 2.5 Comunicação e Tratamento de Dados

Na exploração de grandes áreas agrícolas, a monitorização de pragas de insetos no terreno, com um rigor tão exato quanto possível, contribui para a otimização dos meios de proteção a utilizar e, consequentemente para a diminuição dos custos ambientais e financeiros associados aos tratamentos que venham a ser efetuados.

Conforme apresentado anteriormente (2.4.1.), a capacidade de realizar a comunicação de dados entre equipamentos e do equipamento para a *Cloud* e a localização geoespacial permanente, foram identificadas como fatores críticos para o sucesso da armadilha de insetos.

### 2.5.1 Topologia de rede

O módulo de processamento Raspberry Pi 3 selecionado, permite a opção por diversas linguagens de programação C, C++, Java, Scratch e Python, sendo esta última a mais adequada ao equipamento a desenvolver, dada a sua versatilidade de trabalho e por ser suportada por todos os módulos selecionados para integrar o equipamento

Atendendo às capacidades técnicas dos dispositivos eletrónicos que fazem parte deste equipamento, conforme apresentado no ponto anterior, a comunicação dos dados recolhidos entre equipamentos será baseada essencialmente em duas tecnologias sem fios, *Wireless Fidelity* e *Global System for Mobile*, dependendo a opção entre elas sempre do tipo de comunicação que se pretenda estabelecer.

#### 2.5.1.1 Comunicação - Armadilha para Cloud

A comunicação M2M (*Machine to Machine*), entre a armadilha e a *Cloud*, é assegurada sempre que possível pelo módulo de processamento interno da Raspberry Pi, através de tecnologia WiFi, por ser esta a que utiliza menos recursos energéticos internos e por se encontrar de tal forma difundida, ao ponto de ser possível utilizar a rede local da exploração agrícola para aceder à *Cloud* com velocidades de transmissão de dados e larguras de banda relativamente superiores à tecnologia GSM.

Por outro lado, a utilização do ponto de acesso da exploração agrícola possibilitará reduzir custos associados com o acesso ao servidor de *internet*.

#### 2.5.1.2 Comunicação entre armadilhas

A tecnologia GSM foi introduzida como forma de ultrapassar a impossibilidade de acesso a uma rede WiFi local para realizar a comunicação de dados para o servidor central.

Sempre que se verifique a impossibilidade de aceder a uma rede preexistente, o módulo GSM garantirá o estabelecimento de um ponto de acesso portátil, funcionando como coordenador de rede, realizando a recolha dos dados de todas as outras armadilhas retransmite-os para a *Cloud*, utilizando um dos *links* de comunicação suportados.

O principal objetivo da adoção desta estratégia encontra-se relacionado com a tentativa de minimizar os recursos de *hardware*, tanto ao nível do consumo energético como dos custos dos equipamentos, na grande maioria das armadilhas, existindo apenas uma com capacidades de comunicação M2M.

#### 2.5.1.3 Apresentação da informação

Os meios tradicionais de monitorização da presença de insetos no campo são, na sua generalidade estáticos e exigem a intervenção de um técnico para fazer a identificação da praga observada e realizar contagens sucessivas de forma a determinar, à *posteriori* as respetivas curvas de voo. A complexidade associada ao desenvolvimento destas tarefas, assim como a exigência em termos de tempo despendido na sua prossecução, pode colocar em causa a qualidade dos dados recolhidos, ou mesmo a sua recolha.

#### 2.5.1.4 Monitorização de uma parcela

O equipamento proposto permitirá o envio dos dados recolhidos num determinado local, para um servidor remoto, com o objetivo de serem automaticamente analisados e agrupados em relatórios que sirvam de base à tomada de decisão. As figuras que se apresentam de seguida correspondem a uma parcela de pomar, e foram adaptadas a título exemplificativo, com o objetivo de demonstrar o potencial visual dos relatórios passíveis de serem configurados no *software* de gestão da exploração.

Conforme podemos observar pela análise das figuras 44 e 45, relativa ao número de capturas de *Rhagoletis cerasi* num determinado momento, o recurso à tecnologia de georreferenciação espacial permite identificar a posição exata de cada equipamento no terreno, de forma que sejam

obtidos dados precisos sobre o número de capturas por cada equipamento dentro de uma parcela agrícola.



Figura 44 – Relatório previewal de monitorização, “uma parcela – uma praga”.

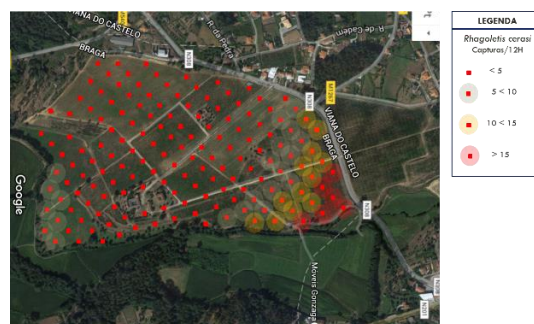


Figura 45 – Relatório previewal de monitorização, “uma parcela – uma praga”, 1 após 24 horas

À medida que cada equipamento vai comunicando dados sobre as capturas realizadas num determinado intervalo de tempo, definido pelo utilizador, o nível de intensidade de ataque é determinado pela escala de cor evidenciada em cada equipamento, permitindo-lhe efetuar o planeamento dos meios de luta a adotar com a maior brevidade possível, de acordo com os objetivos que este determinou para a praga identificada.

Os relatórios são definidos de acordo com as pragas a monitorizar, podendo o utilizador solicitar a emissão de relatórios que evidenciem as capturas de um conjunto de insetos em simultâneo, conforme se pode observar pela análise da primeira figura apresentada abaixo.

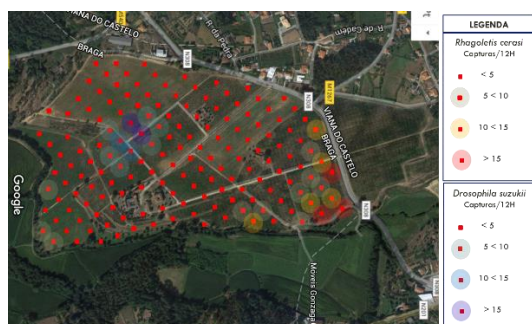


Figura 46 – Relatório duas pragas numa parcela 1



Figura 47 – Relatório duas pragas numa parcela após 24 horas

Também neste caso, é possível estudar a evolução da praga na parcela de acordo com a intensidade da cor que representa o número de capturas por equipamento (Figura 48), de forma constante, sendo mais fácil perceber, através da interligação dos fatores ambientais no espaço de tempo, a dinâmica de expansão da espécie na parcela.

Na posse de informações precisas sobre a localização das capturas na parcela, respetiva intensidade e direção que a população de insetos está a adotar, é possível ao responsável pela exploração identificar os meios de proteção mais eficazes e delimitar as zonas a proteger.

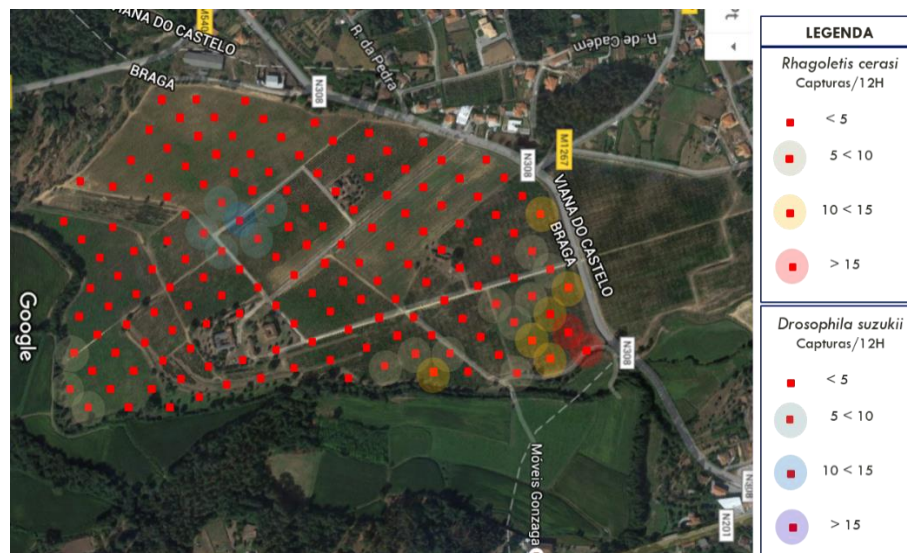


Figura 48 – Medição do impacto de uma intervenção cultural sobre as pragas detetadas.

A figura acima representa a mesma parcela 24 horas após a realização de um tratamento efetuado apenas nas zonas onde as capturas tinham atingido níveis mais elevados, o que corresponde a menos de metade da área total da parcela.

Outra vantagem que este método apresenta diz respeito à seletividade dos meios de proteção a utilizar, não sendo justificável a duplicação para toda a parcela com o mesmo meio de proteção. Por exemplo, no caso apresentado na figura acima, a parte inferior direita e esquerda da parcela, mais uma faixa de segurança estabelecida pelo responsável técnico da exploração, foi pulverizada com o objetivo de reduzir o número de adultos de *Rhagoletis cerasi* nessa zona do pomar, enquanto na zona central foram espalhadas armadilhas descartáveis direcionadas para a captura em massa de adultos de *Drosophila suzukii*.

Na ausência desta informação precisa, o responsável técnico da exploração aplicaria na totalidade da parcela um tratamento mais indicado para combater ambas as espécies, numa ou duas aplicações, de acordo com as indicações da Estação de Avisos da Direção Regional de Agricultura da sua zona ou, conforme as indicações da organização de produtores a que pertence. A quantidade de produto inseticida pulverizado e as horas homem/máquina consumidas representariam um custo acrescido para a exploração e para todo o ecossistema,

para além do custo incorrido pela oportunidade de utilizar essas horas para a realização de tarefas alternativas necessárias à organização da exploração.

### 2.5.2 2.5.3. Monitorização de várias parcelas

Da mesma forma, é possível comparar mapas obtidos de acordo com uma sequência temporal definida, de forma a observar a evolução das capturas dentro de várias parcelas inseridas numa região demarcada, podendo ser utilizada por organizações de produtores de uma determinada região demarcada (Figura 49).

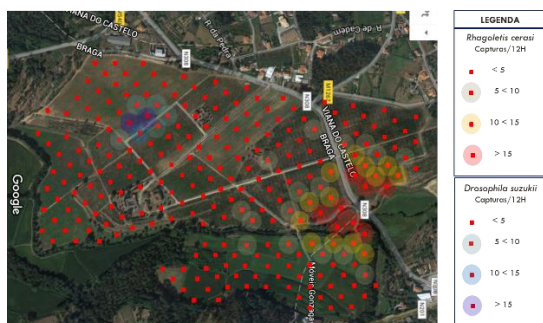


Figura 49 – Monitorização provisional de duas pragas em três parcelas.

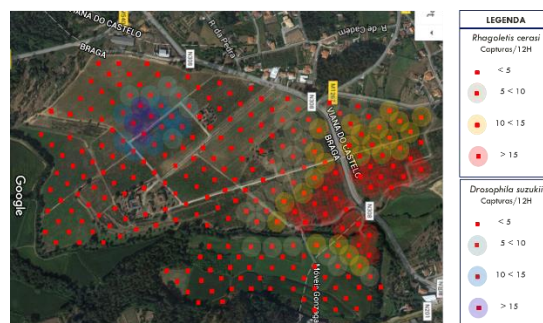


Figura 50 – Monitorização provisional de duas pragas em três parcelas - após 24 horas.

Muito útil para auxiliar a execução dos planos de controlo de pragas dos seus associados, esta ferramenta pode ser utilizada para auxiliar na monitorização das parcelas que possuam estes equipamentos instalados. A utilização desta tecnologia permite a emissão de avisos de tratamento dirigidos a conjuntos de associados que partilhem condições edafoclimáticas específicas que contribuam para o desenvolvimento mais rápido das populações de determinadas espécies de insetos, como forma de controlar proactivamente o desenvolvimento destas populações dentro de toda a região demarcada.

Nas imagens abaixo (Figura 51 e 52) podemos comparar dois relatórios em momentos distintos, representando na primeira figura, o número de capturas observadas à data da emissão de uma recomendação de tratamento e, na segunda figura, o relatório de monitorização de capturas para as mesmas parcelas, obtido após 48 horas.



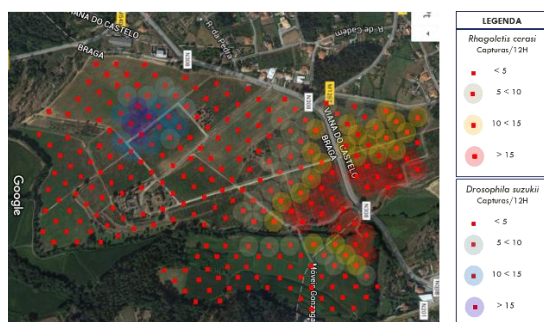


Figura 51 – Relatório previewal de monitorização antes de um tratamento.

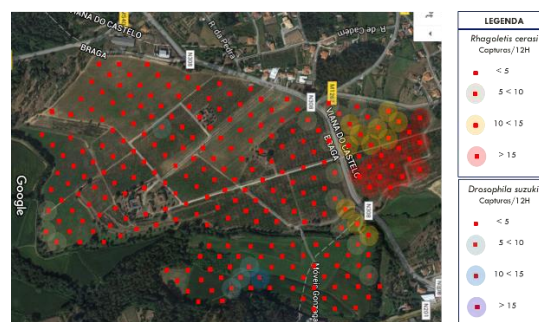


Figura 52 – Monitorização previewal 48 horas após realização de um tratamento.

Através da comparação das duas imagens podemos observar que o número de capturas de ambos os insetos monitorizados diminuiu nas parcelas do lado esquerdo da imagem (Figura 51), que na parcela do lado direito (Figura 52) o número de capturas aumentou, indicando-nos que o tratamento recomendado ainda não foi realizado ou, que a intensidade do ataque continua a ser severa e que os insetos poderão estar a entrar na parcela vindos de zonas limítrofes, alheias à exploração, não tratadas.

Por outro lado podemos constatar o início de uma nova mancha de capturas de *Drosophila suzukii* na parcela inferior da imagem que deverá ser objeto de monitorização para saber se irradia para o interior da parcela (Figura 52), determinando uma nova intervenção no pomar. Dado que os equipamentos de monitorização têm um funcionamento similar à captura em massa de insetos, em muitos dos casos poderá não ser necessária a intervenção por parte do responsável pela exploração agrícola, para além da manutenção dos equipamentos em funcionamento, limpeza e substituição periódica dos atrativos utilizados.

Os responsáveis pelo controlo de qualidade do produto têm a cada momento conhecimento de quais são os associados que evidenciam maior dificuldade em realizar o controlo de pragas nas suas culturas, permitindo-lhes decidir sobre a adoção de medidas extraordinárias no momento de receber o produto nas instalações da cooperativa, facilitando assim o trabalho de receção de cereja na época de colheita.

### **3 ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS**

A utilização de armadilhas de insetos para a monitorização de insetos dos pomares tem vindo a ser feita com sucesso há vários anos, conforme pudemos evidenciar anteriormente, e o seu desenvolvimento e aplicabilidade continua a ser alvo de investigação científica.

A introdução de sistemas autónomos que incorporam tecnologia recente pode contribuir notoriamente para a otimização deste método de monitorização, tornando a tarefa de recolha de dados mais cómoda e a sua disponibilidade mais rápida e precisa, o que implicará ganhos de eficiência na tomada de decisão do momento mais indicado para realizar uma intervenção de controlo das populações de insetos adultos e também, na adoção do meio de proteção mais indicado relativamente ao impacto que se pretende atingir.

Tivemos oportunidade de observar anteriormente que os dados recolhidos por este equipamento são apresentados em tempo real, obedecendo a uma parametrização prévia de acordo com a espécie concreta a monitorizar e com as condições edafoclimáticas da região. Esta parametrização pode ser feita espécie a espécie para o mesmo equipamento, o que permite a obtenção de uma mensagem de alerta para uma determinada zona da parcela para uma espécie monitorizada em particular e, noutra parte da parcela para outra espécie de inseto. Portanto, o mesmo equipamento permite efetuar a monitorização de mais do que uma espécie de inseto desde que este seja sensível aos diversos métodos atrativos utilizados.

Com o objetivo de evidenciar a aplicabilidade prática da introdução desta tecnologia, apresentamos neste capítulo um estudo comparativo entre os resultados atingidos com os métodos utilizados atualmente e os resultados potenciais derivados da introdução desta tecnologia.

#### **3.1 Custos Operacionais**

Com base nos pressupostos enunciados anteriormente, reuniu-se um conjunto de dados que nos permitem determinar o custo do equipamento a desenvolver, custos de manutenção e de produção dos pomares, os custos a incorrer com as armadilhas e atrativos de feromonas e alimentares utilizados nos meios de luta biotécnica e, os custos dos produtos fitofarmacêuticos utilizados na luta química.



### 3.1.1 Construção e manutenção do equipamento

O conhecimento do custo que os produtores deverão incorrer com a aquisição e gestão de cada equipamento é imprescindível para podermos fazer uma análise comparativa com os sistemas tradicionais, uma vez que este é o principal fator diferenciador a introduzir.

Os valores que se apresentam abaixo no Quadro 6 foram obtidos por consulta direta ao mercado e dizem respeito à soma dos valores de custo dos diversos componentes, a preços de mercado, ou seja, com IVA incluído, não refletindo o valor de produção industrial dos mesmos.

Quadro 6: Quadro síntese de apresentação dos custos dos diversos componentes dos dois modelos de armadilhas a considerar – O valor da licença assume-se como previsional.

	Armadilha Pivot	Armadilhas Standard
Prototipo Armadilha Plástico	63,00€	63,00€
Módulo Base Raspberry Pi3	31,73€	31,73€
Câmara Fotográfica	13,90€	13,90€
Sensores Infravermelho	1,99€	1,99€
Módulo GPS	35,69€	
Powerbank Fotovoltaica	9,99€	9,99€
Processador Extra	6,94€	
Módulo WiFi Extra	5,94€	
Licença Utilização	12,50€	12,50€
<b>Custo Construção Protótipo</b>	<b>173,68€</b>	<b>125,11€</b>

Os custos totais que a introdução deste tipo de tecnologia acarreta dizem respeito à aquisição dos equipamentos físicos e à aquisição da licença que permite a utilização remota da plataforma informática de gestão de pragas.

Quanto ao custo de produção do equipamento físico, *hardware*, a tabela acima descreve os custos de construção dos protótipos, estimando-se que o custo industrial da construção deste equipamento seja reduzido em 50%, posicionando o seu preço de comercialização abaixo dos 100,00€ por unidade. No que concerne à utilização da plataforma informática, os custos representam uma estimativa proporcional de utilização de uma licença anual base, que permita a utilização de toda a plataforma informática de apoio, o necessário para realizar a monitorização dos três insetos estudados, num hectare de pomar de cerejeira. O investimento anual que uma exploração deverá suportar com a aquisição do equipamento é superior no primeiro ano, no entanto, dada a natureza do tipo de custo, este pode ser amortizado em quatro

anos, sendo que, no caso da licença de utilização da plataforma informática, o custo deve ser amortizado no ano em que a despesa é realizada (25/2009, 2018). O custo de utilização deste equipamento, apresentado no Quadro 7 encontra-se penalizado uma vez que este poderá vir a ser diluído por outras utilizações alternativas que os mesmos equipamentos possam ser alvo, ou seja, se na mesma exploração existir um pomar de macieiras, após a colheita da cereja os equipamentos de monitorização podem ser deslocados para o pomar de macieiras, diluindo assim por dois o custo associado à sua utilização – e assim sucessivamente de acordo com o número de culturas e respetivos ciclos culturais.

Quadro 7: Custo total anual dos equipamentos após amortização do exercício

	<i>Armadilha Pivot</i>	<i>Armadilha Standard</i>
Custo do Equipamento	18,59€	12,51€
Custo da Licença	12,50€	12,50€
Custo Total Anual/ha	31,09€	25,01€

De forma a favorecer a utilização desta ferramenta e assim alcançar economias de escala que permitam a produção industrial do equipamento, existe a possibilidade de serem desenvolvidas licenças exclusivas para a monitorização de uma só cultura, com acesso restrito à base de dados das principais pragas de insetos dessas culturas. Esta modalidade permitiria reduzir o custo de licenciamento para valores residuais, contribuindo assim para massificação da sua utilização.

### 3.1.2 Custos com consumíveis no Pomar

Os custos associados com os consumíveis utilizados na monitorização e controlo fitossanitário do pomar foram estimados de acordo com lista de substâncias ativas homologadas para a cultura da cerejeira, publicada pela Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV, 2018), com as indicações técnicas fornecidas pelos fabricantes dos produtos fitofarmacêuticos, recorrendo posteriormente a consulta de preços junto de revendedores autorizados.

O quadro 8 enumera as substâncias ativas homologadas em Portugal para o combate às três pragas de insetos que causam prejuízos na cultura da cerejeira.

Quadro 8: Substâncias ativas homologadas em Portugal para a cultura da Cerejeira. Adaptado de (DGAV, 2018).

Insetos	Substância Ativa	Formulação	Concentração	Int. Segurança
<i>Rhagoletis cerasi</i>	Acetamiprida	SL	100g sa/ha	14
	Azadiractina	EC	3,2/4,8g sa/ha	3
	Deltametrina	EC	0,75/1,75g sa/ha	7
	Deltametrina	EG	1,25g sa/ha	7
	Fosmete	WG	750g sa/ha	28
<i>Drosophila suzukii</i>	Acetamiprida	SL	50-80 arm./ha	n/a
<i>Ceratitis capitata</i>	Deltametrina	RB	50-80 arm./ha	14

Conforme podemos constatar pela observação do Quadro 8, não existe um binómio substância ativa/formulação comum para o combate a mais do que uma praga, o que nos indica que, de acordo com a praga detetada, serão necessárias aplicações de produtos fitofarmacêuticos diferentes.

Em Agricultura Biológica, apenas existe uma substância ativa (Azadiractina) exclusivamente homologada para o combate de *Rhagoletis cerasi*, sendo que para as outras duas espécies de insetos se deve recorrer exclusivamente a meios de luta biotécnica, nomeadamente através da utilização de armadilhas de captura maciça.

Quadro 9: Consulta de mercado – Produtos fitofarmacêuticos homologados para monitorização e controlo das populações das espécies de insetos estudadas.

	Substância Ativa	Solução Comercial	Concentração	Valor	MPB / PRODI
<i>Rhagoletis cerasi</i>	Acetamiprida SL	Epik 25gr	100g sa/ha	4,26€	PRODI
	Azadiractina EC	Fortune Aza 1lt	3,2/4,8 sa/ha	154,05€	MPB
	Deltametrina EC	Décis 30 ml	0,75/1,75 sa/ha	1,95€	PRODI
	Deltametrina EG	Jackpot 750gr	1,25 sa/ha	11,13€	PRODI
	Fosmete WG	Iridian 50 wp	750g sa/ha	n/d	PRODI
	n/a	Rebel Amarillo	40-80 arm/ha	4,09€	MPB
<i>Drosophila suzukii</i>	Acetamiprida SL	Epik 25gr	100g sa/ha	4,26€	PRODI
	Copo Mosqueiro	Drosal Pro	100-500 arm/ha	1,55€	MPB
	Hidrolisado Proteína	Drosal-Lure	100 ml/arm	5,68€	MPB
<i>Ceratitis capitata</i>	Deltametrina RB	Décis Trap	50-80 arm/ha	n/d	PRODI
	Hidrolisado Proteína	Ceratrapp	200ml/arm	n/d	MPB
	Cl Trimetilamina	Trimo-Lure	1 Isco/arm	3,71€	MPB
	Copo Mosqueiro	Armadilha Tephri	45-250 arm/ha	3,18€	MPB

Foi feita uma consulta a revendedores de produtos fitofarmacêuticos e apresenta-se no Quadro 9 uma síntese dos produtos homologados para o combate a cada um dos insetos identificados na cultura da cerejeira, respetivos custos e modo de produção. As substâncias ativas homologadas para o Modo de Produção Biológico também podem ser utilizadas no Modo de Produção Integrada.

Pela análise do quadro acima podemos constatar que existem soluções comerciais para o combate das três espécies de insetos, no entanto, nenhuma das soluções comerciais se encontra homologada para as três espécies em simultâneo, sendo que, no caso da Acetamiprida SL, esta apenas se encontra homologada para pulverização no controlo da *Rhagoletis cerasi*, uma vez que, para controlar as populações de *Drosophila suzukii* esta substância ativa apenas se encontra homologada para uso em armadilhas mosqueiras. Efetivamente, para pulverização, não existe nenhuma substância ativa homologada para realizar o controlo simultâneo das populações destes insetos em pomares de cerejeira (EADM, 2017), sendo obrigatório recorrer sempre aos métodos de captura maciça com recurso a combinados de feromonas ou proteínas alimentares com um inseticida dentro da armadilha.

Apesar de não existir nenhum inseticida com homologação específica em Portugal, aceita-se que a utilização de Azadiractina possa ser objeto de autorização especial, a submeter anualmente à Direção Geral de Alimentação e Veterinária, para o controlo por pulverização da *Ceratitis capitata*, uma vez que se encontra homologada para controlo de “moscas da fruta” em cerejeira e por se encontrar já homologada para o controlo desta espécie noutros frutos.

Embora se possa aceitar a utilização das armadilhas Rebel© Amarillo para realizar a monitorização destas três espécies de insetos, mesmo não sendo a técnica mais indicada para a *Ceratitis capitata* (por ser sensível a espectros de cor mais próximos do vermelho), atendendo à dimensão dos próprios insetos, dos atrativos utilizados e da conceção dos copos mosqueiros, é necessário recorrer a dois equipamentos distintos para realizar a captura em massa da *Drosophila suzukii* e de *Ceratitis capitata*, uma vez que neste momento é o único método de controlo homologado no nosso país.

### 3.1.3 Custos de Monitorização de Pragas

Para além dos custos associados com a construção do equipamento, com a aquisição dos produtos a utilizar no controlo fitossanitário, devemos ter em conta todos os encargos associados com a aplicação dos meios de proteção que pretendemos abordar.

Os custos associados à monitorização em horas, gastos por hectare, foram obtidos através da Conta de Cultura da Cerejeira: Modelo de base microeconómica – 1997 (GPPAA 2001) (GPPAA, 2018a), e os restantes foram estimados em contexto real nomeadamente, os custos médios com mão-de-obra, os tempos associados com a colocação das armadilhas de monitorização, as visitas de monitorização e de manutenção das armadilhas.

### 3.1.3.1 Métodos e tempos

Com o objetivo de estimar os tempos associados com a manutenção dos meios de monitorização, de acordo com as instruções do fabricante, procedeu-se à contagem de tempos de instalação e manutenção das armadilhas, num pomar extensivo de cerejeira, com um compasso de plantação de 5 x 5 metros, numa área de 2.500 metros quadrados, estimando-se posteriormente o tempo total por hectare de pomar. Os tempos recolhidos podem ser aplicados a outras culturas, como a macieira, pereira, pessegueiro, etc., desde que os compassos de instalação sejam respeitados, ou seja, desde que o número de equipamentos instalados seja o mesmo que foi quantificado para o pomar de cerejeira.

A quantidade de armadilhas a instalar foi definida de acordo com as instruções do fabricante, apresentando-se no Quadro 10 o total de equipamentos a instalar por hectare de pomar.

Quadro 10: Quantidade de armadilhas por hectare e respetivos preços unitários com IVA, para monitorização das espécies de insetos estudadas, segundo recomendação dos fabricantes.

	Rebel Amarillo	SAMI	Drosal Pro	Thephri
Quantidade	40	16	40	36
Preço Unitário	4,09€	62,56€ <sup>(a)</sup>	1,55€	3,18€

<sup>(a)</sup>: Preço da armadilha *standard* sem licença de utilização.

Considerando que, os custos mais relevantes de serem comparados nesta abordagem são os que se encontram diretamente relacionados com a instalação, referenciação, manutenção e verificação das armadilhas na parcela, com a limpeza dos equipamentos de monitorização e respetiva substituição dos atrativos e, com a contagem dos insetos capturados, apresentam-se no quadro seguinte os tempos observados no campo com as operações culturais enunciadas, para cada equipamento. Os tempos associados à manutenção dos equipamentos - limpeza, reforço e/ou substituição dos atrativos - foram incluídos no tempo de monitorização uma vez que esta operação deve ser realizada em simultâneo.

A manutenção das armadilhas foi realizada com o auxílio de um balde e um coador, através do qual se separaram os insetos capturados dos atrativos líquidos, para realização das contagens. O líquido atrativo recolhido no balde foi reintroduzido novamente dentro do respetivo equipamento, sendo reforçado sempre que necessário no mesmo momento da monitorização. Procedeu-se de igual forma para as armadilhas Tephri e copos mosqueiros com iscos sólidos. Os insetos recolhidos no coador foram espalhados numa superfície branca com o objetivo de serem contados e, posteriormente, foram anotadas numa grelha de monitorização as contagens observadas em cada armadilha.

No quadro 11 encontram-se anotados os tempos totais verificados no terreno com as operações de instalação e monitorização dos equipamentos, tendo sido considerada a intervenção de um trabalhador não especializado para assegurar as tarefas de instalação e, a intervenção de um trabalhador especializado para a realização das tarefas de monitorização. Esta opção prende-se com a especificidade do trabalho de contagem dos insetos capturados e respetivo registo nas grelhas de monitorização.

Quadro 11: Tempos estimados em minutos, por hectare, associados com as operações de instalação e monitorização dos equipamentos – Observação direta em 2500 metros quadrados.

	Rebel Amarillo	SAMI	Drosal Pro	Thephri
<b>Instalação</b>				
Especializado	na	na	na	na
Não Especializado	65'	77'	72'	74'
<b>Monitorização</b>				
Especializado	105'	na	98'	102'
Não Especializado	na	na	na	na

Dada a natureza do funcionamento da armadilha Rebel Amarillo, e apesar de não ser necessário proceder à substituição dos líquidos atrativos, as contagens de monitorização são feitas por observação direta, de forma cumulativa, o que se revelou numa tarefa morosa, precisa e que carece de preparação prévia, igualando os tempos de monitorização e manutenção dos copos mosqueiros. O equipamento apresentado no presente projeto, designado por SAMI, não apresenta tempos de monitorização e manutenção uma vez que funciona de forma autónoma, durante todo o tempo de vida dos atrativos alimentares e de feromonas, que é de 120 dias. A armadilha Décis Trap não foi utilizada uma vez que possui um funcionamento idêntico ao copo

mosqueiro Tephri, sendo que este último tem a particularidade de se encontrar homologado para o Modo de Produção Biológico.

### 3.1.3.2 Encargos com mão-de-obra

Os custos com mão-de-obra indicados na Conta de Cultura da Cerejeira (GPPAA, 2018b) remontam a 1997 pelo que se encontram desajustados da realidade atual, tendo-se procedido à sua atualização de acordo com os valores de referência publicados pelo INE, relativos à remuneração média mensal de base do setor primário em 2016 (Figura 53), de acordo com o nível de escolaridade concluído, ensino obrigatório e ensino superior, respetivamente para mão-de-obra não especializada e mão-de-obra especializada (INE, Base de Dados; Remuneração média mensal de base por atividade económica e nível de escolaridade mais elevado completo, 2018).

Figura 53: Remuneração média mensal de base por atividade económica e nível de escolaridade mais elevado completo – Adaptado de (INE, Base de Dados; Remuneração média mensal de base por atividade económica e nível de escolaridade mais elevado completo, 2018)

Período de referência dos dados	NUTS 2002 (hierarquia cumulativa - PT, NUTS I, II, III, CC, FR)	CAE Rev. 3 (total, secções) - variante 3	Remuneração média mensal de base (€) por Sexo e Actividade económica (CAE Rev. 3); Anual	Remuneração média mensal de base (€) por Atividade económica (Secção - CAE Rev. 3) e Nível de escolaridade mais elevado completo; Anual (1)	
			Sexo	Nível de escolaridade mais elevado completo	
			HM	Ensino secundário	Ensino superior - licenciatura
			€ (milhares)	€	€
2016	Portugal	Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca	x	719,81	1 166,77
2015	Portugal	Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca	x	690,17	1 135,32

Remuneração média mensal de base (€) por Sexo e Actividade económica (CAE Rev. 3); Anual  
Remuneração média mensal de base (€) por Atividade económica (Secção - CAE Rev. 3) e Nível de escolaridade mais elevado completo; Anual

Nota(s):  
(1) Quadros de Pessoal; os dados referem-se a trabalhadores por conta de outrem a tempo completo com remuneração completa. Para o ano de 2010 e seguintes o total para Portugal não inclui as Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores, apenas o Continente

De acordo com os dados do quadro acima para o ano de 2016, podemos deduzir os custos de remuneração hora para a mão-de-obra não especializada e especializada, assumindo jornadas de trabalho de 8 horas diárias, vinte e dois dias por mês, conforme se apresenta no quadro abaixo (Quadro 18).

Quadro 12: Valor médio de remuneração do trabalho no setor primário em Portugal relativo ao ano de 2016, para mão-de-obra especializada e não especializada (INE, Base de Dados; Remuneração média mensal de base por atividade económica e nível de escolaridade mais elevado completo, 2018).

<b>Mão-de-obra</b>	<b>Mensal</b>	<b>Preço/hora</b>
Especializada	1.166,77€	6,63€
Não Especializada	719,81€	4,09€

Atendendo à forma como o equipamento SAMI apresentado se encontra construído, o risco de evaporação dos atrativos líquidos é muito reduzido, assim como o risco de vazamento por ação de ventos ou animais selvagens, esperando-se apenas que exista uma desidratação residual por ação do calor, o que elimina a necessidade de realizar visitas de manutenção regulares para reposição de atrativos líquidos.

### 3.2 Pressupostos de análise

De forma a ser possível realizar comparações entre estes dois meios de proteção é necessário estabelecer um conjunto de pressupostos de análise que permitam salvaguardar a qualidade dos resultados obtidos. Parte-se do princípio que os seguintes fatores se mantêm estáveis ao longo da campanha:

- Os dados foram estimados em termos médios por hectare de pomar de cerejeira (ha);
- Os tempos de operação dos equipamentos de monitorização – instalação, monitorização, manutenção de atrativos - foram recolhidos diretamente num pomar de cerejeira, para uma área de 1ha;
- Apenas são apresentados cálculos comparativos relativos às técnicas de monitorização e aos meios de luta biotécnica;
- A tecnologia sem fios do equipamento apresentado (WiFi) tem um alcance superior a 25 metros;
- O equipamento apresentado neste trabalho também realiza capturas de insetos adultos, funcionando por si só como um meio de luta de captura em massa
- Os custos dos componentes utilizados foram obtidos por consulta a fornecedores, representando o preço de venda ao público de cada um deles isoladamente;
- O valor do equipamento físico apresentado nos cálculos baseia-se no valor previsional de venda ao público;
- O equipamento apresentado possui uma vida útil superior ao seu período de amortização.
- Considera-se que o valor de aquisição do equipamento fixo será amortizado contabilisticamente a uma taxa máxima anual de 25%;



- Os custos com aquisição dos copos mosqueiros será amortizado no ano de aquisição a 100%;
- Considera-se que os custos com a aquisição das licenças não se encontram incluídos no custo de aquisição do equipamento, sendo incorridos anualmente;
- Os atrativos de feromonas e alimentares são os mesmos para ambos os equipamentos de monitorização comparados;
- A substância ativa e formulação recomendada dos produtos fitofarmacêuticos apresentados são os constantes na tabela de produtos fitofarmacêuticos recomendados para a cultura da Cerejeira, para as espécies de insetos identificadas neste trabalho (DGAV, 2018);
- Os custos dos equipamentos e dos produtos fitofarmacêuticos foram obtidos por consulta a um retalhista, a preços de mercado;

### 3.3 Apresentação de Resultados

Com base nos elementos recolhidos e de acordo com os pressupostos enunciados, procedeu-se ao cálculo previsional dos custos associados com os três equipamentos de monitorização recomendados – armadilha Rebel Amarillo, Drosal Pro e copo Tephri. Apresentam-se simultaneamente os cálculos previsionais dos custos a incorrer com a aquisição e manuseio do equipamento proposto, com o objetivo de apresentar uma comparação entre a técnica de monitorização tradicional e o sistema autónomo.

Uma vez que o funcionamento dos copos mosqueiros é similar ao sistema autónomo apresentado, os atrativos utilizados são os mesmos recomendados para os restantes equipamentos. Esta escolha permite conferir um elevado grau de comparabilidade dos dados recolhidos entre os quatro equipamentos, necessário à estimativa de informação com o grau de segurança e fiabilidade exigido neste tipo de análise, quer em poder atrativo como ao nível de tempos gastos com a operação dos equipamentos.

O sistema de monitorização autónomo (SAMI), para além da sua secção inferior construída em material de cor amarela, como a Rebel Amarillo, permite a utilização de diversos atrativos específicos no interior do seu reservatório. Sem realizar alterações à configuração apresentada, é possível utilizar os atrativos recomendados para os equipamentos Rebel Amarillo, Drosal Pro e Copo Tephri, as Plaquetas de Amónio, Drosal Lure e o Trimo Lure respetivamente, pelo que a sua introdução nos cálculos apenas serviria como um fator de dispersão, tendo-se optado apenas pela apresentação dos atrativos e respetivos preços de mercado para a presente campanha, obtidos por consulta direta a fornecedores.

Sendo possível utilizar estes três atrativos no interior do equipamento que se apresenta, podemos estimar que o valor total do investimento em atrativos, para os 17 equipamentos necessários para monitorizar um hectare de pomar de Cerejeira, será de 134,64€ (Quadro 13).

Quadro 13: Armadilhas e respetivos atrativos recomendados para cada espécie de insetos – Preços de mercado, por armadilha com IVA incluído.

<b>Iscos</b>	<b>Qt</b>	<b>Rebel Amarillo</b>	<b>Drosal Pro</b>	<b>Copo Tephri</b>	<b>Total/ha</b>
Pl. Amónio	40	3,07€			122,80 €
Drosal Lure	40		1,14 €		45,60 €
Trimo Lure	36			3,71€	133,56 €

### 3.3.1.1 Custos de Aquisição dos Equipamentos

Para proceder à monitorização das espécies de insetos identificadas, e de forma que se possa efetuar comparações entre os diferentes métodos, será necessário estimar os custos totais anuais de investimento em equipamentos novos. Para a monitorização de um hectare de pomar de cerejeira, de acordo com as recomendações dos fabricantes, será necessário realizar o seguinte investimento em equipamentos físicos de monitorização (Quadro 14).

Quadro 14: Custos totais anuais por hectare, com a aquisição dos equipamentos de monitorização.

Aquisição	Quantidade	Custo Unit	Arm Pivot	Total/ha
SAMI	16	25,01 €	31,09 €	431,31 €
Rebel Amarillo	40	4,09 €		163,60 €
Drosal Pro	40	1,55 €		62,00 €
Tephri	36	3,18 €		114,48 €

Os custos de investimento utilizados para os equipamentos autónomos dizem respeito à amortização do exercício, ou seja, a 25% para o equipamento físico, adicionado da totalidade do custo da licença anual, de acordo com os cálculos apresentados no ponto 6.1.1. Os custos de aquisição dos restantes equipamento são considerados na íntegra, uma vez que, sendo considerados como Ferramentas e Utensílios, são amortizados integralmente no ano de aquisição (25/2009, 2018).

### 3.3.1.2 Custos de Instalação dos Equipamentos

De acordo com as instruções do fabricante, as armadilhas devem ser instaladas no pomar, pelo menos três semanas antes da data prevista para o início da colheita e sempre antes do início da maturação do fruto. Esta operação pode ser executada por um trabalhador não especializado e revela uma maior complexidade no caso da colocação do equipamento apresentado, o que se refletiu no tempo total gasto com a tarefa de instalação. Por outro lado, conforme são utilizados três iscos diferentes dentro do reservatório inferior, o tempo de instalação dos equipamentos é penalizado (Quadro 15).

Quadro 15: Custos efetivos totais anuais, por hectare, com a instalação dos equipamentos de monitorização – Trabalho não especializado.

<b>Instalação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Tempo</b>	<b>Custo/hora</b>	<b>Total</b>
SAMI	17	1,48	4,09€	102,90€
Rebel Amarillo	40	1,08	4,09€	177,23€
Drosal Pro	40	1,20	4,09€	196,32€
Tephri	36	1,23	4,09€	181,11€

Os tempos de instalação dizem respeito exclusivamente ao trabalho de distribuição dos equipamentos pelo campo e de colocação dos atrativos dentro de cada armadilha. Não se encontra incluído o tempo de preparação dos materiais para beneficiar a comparabilidade dos dados, uma vez que o equipamento Drosal Pro utiliza um atrativo líquido, revelando-se mais prático fazer o enchimento das armadilhas no local de aplicação. O atrativo Trimo Lure utilizado nos copos Tephri, apesar de ser apresentado em embalagens individuais, também deve ser aberto no local de instalação para diminuir o risco de derrame do seu interior. A armadilha Rebel Amarillo é a única que poderia ser armada previamente no entanto, devido ao elevado volume que esta ocupa, optou-se por fazer a sua montagem no local de instalação.

### 3.3.1.3 Custos de Monitorização dos Equipamentos

Para efeitos de monitorização da praga no pomar, segundo as instruções dos fabricantes, as armadilhas devem ser visitadas pelo menos uma vez por semana a partir da data de instalação, o que pressupõe a realização de 6 visitas de monitorização por colheita e por ano. As visitas de monitorização devem ser realizadas por um funcionário especializado uma vez que é através desta operação que são feitas as contagens das capturas para determinação dos mapas de voo e o nível de intensidade do ataque (Quadro 16).

Quadro 16: Custos efetivos totais anuais, por hectare, com a monitorização dos equipamentos instalados – Trabalho especializado.

<b>Monitorização</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Tempo</b>	<b>Custo/Hora</b>	<b>Total</b>
SAMI	17	0,00	6,63€	0,00€
Rebel Amarillo	40	1,75	6,63€	464,10€
Drosal Pro	40	1,63	6,63€	433,07€
Tephri	36	1,70	6,63€	405,76€

O quadro acima apenas apresenta os tempos relativos às tarefas envolvidas na monitorização dos equipamentos, manutenção dos atrativos, limpeza de insetos capturados e respetiva contagem para determinação das curvas de voo. No caso concreto do equipamento apresentado, não são necessárias visitas de monitorização e acompanhamento das armadilhas no terreno uma vez que os dados são enviados remotamente para o *software* de monitorização. Tal como no caso dos custos com os trabalhos de preparação das armadilhas, os custos com os trabalhos de determinação dos mapas de voo das espécies de insetos identificadas não são apresentados, encontrando-se apenas incluídos nos valores apresentados os trabalhos de registo do número de capturas, armadilha a armadilha, espécie por espécie.

#### 3.3.1.4 Custos Totais de Monitorização

Uma vez determinados os custos a incorrer com a aquisição dos equipamentos de monitorização, os tempos de colocação e acompanhamento dos equipamentos, podemos analisar no quadro 17 os valores totais envolvidos em cada fase do processo de monitorização e comparar os resultados obtidos.

Quadro 17: Custos efetivos totais, por hectare, a incorrer com a instalação dos sistemas de monitorização num pomar de Cerejeira – Ano I.

<b>Operações</b>	<b>Aquisição</b>	<b>Instalação</b>	<b>Monitorização</b>	<b>Total</b>
SAMI	431,31€	102,90€	0,00€	534,21€
Rebel Amarillo	163,60€	177,23€	464,10€	804,93€
Drosal Pro	62,00€	196,32€	433,07€	691,39€
Tephri	114,48€	181,11€	405,76€	701,34€

Analisando os custos totais dos sistemas de monitorização de pragas apresentados acima, podemos constatar que a instalação do sistema autónomo de monitorização de insetos apresenta um valor de investimento inicial superior, previsível dado o efeito das amortizações do exercício, no entanto, e por se prever um menor número de equipamentos por hectare, o custo total com a instalação é significativamente inferior. Conforme os custos de análise dos dados recolhidos não foram incluídos no levantamento de métodos e tempos de monitorização de todos os equipamentos, e porque o sistema proposto recolhe os dados das capturas automaticamente, sem ser necessário proceder à limpeza, substituição ou reforço dos atrativos utilizados, este sistema não acarreta qualquer tipo de custo no período de monitorização do pomar de cerejeiras.

O tempo despendido com as visitas ao campo, por parte de um trabalhador especializado, para realizar a limpeza das armadilhas, contagem das capturas e anotação dos dados para posterior determinação das curvas de voo das espécies de insetos causadores de prejuízos na cultura da Cerejeira, representam o principal custo associado aos sistemas de monitorização. Este facto é observável nomeadamente quando analisamos os custos associados com a monitorização das armadilhas Rebel Amarillo que, para além de representarem um custo de aquisição superior explicado pelo valor das plaquetas de amónio, o custo associado com a monitorização revelou-se significativamente superior aos restantes equipamentos. Efetivamente, a contagem do número líquido de capturas por armadilha em cada visita de monitorização acabou por se revelar uma tarefa morosa e de execução particularmente difícil. As armadilhas Drosal Pro evidenciam um reduzido custo de aquisição, sendo que os restantes custos de instalação e de monitorização se encontram em linha com os restantes equipamentos testados.

Da análise do quadro 17 é possível concluir que, pelo facto de não existir envolvimento de um técnico especializado nas tarefas de monitorização quando se opta pelo sistema autónomo, obtém-se de imediato um ganho de oportunidade, uma vez que este recurso pode ser alocado para outras áreas da exploração que necessitem de acompanhamento. Analisando uma parcela de um hectare, este ganho pode representar até uma hora e quarenta e cinco minutos por semana, no entanto, em explorações de média dimensão, os ganhos de produtividade podem chegar facilmente a mais de um dia de trabalho por semana que este técnico pode dedicar a outras áreas operacionais dentro da exploração.

Uma vez que no ano de instalação o investimento no sistema autónomo apenas reflete o custo de amortização, no quadro abaixo apresentam-se os cálculos dos custos anuais a incorrer nos anos seguintes ao da instalação. Para tal partiu-se do pressuposto que, apesar dos equipamentos de captura adquiridos no primeiro ano poderem ser reutilizados nos anos seguintes, será necessário readquirir 20% do total instalado para substituir equipamentos que se tenham danificado durante a campanha anterior ou no decorrer do processo de manuseamento. Este índice de reposição não é aplicado ao sistema autónomo uma vez que se parte do pressuposto que a sua durabilidade seja superior ao período de amortização.

O total dos custos com a reposição dos sistemas de monitorização nos anos seguintes ao do investimento inicial, onde se repetem os custos de voltar a colocar as armadilhas no pomar e os custos com a monitorização das mesmas é evidenciado no Quadro 18.

Quadro 18: Custos anuais a incorrer com a reposição dos sistemas de monitorização de insetos, nos anos consequentes ao ano de instalação.

	<b>Reposição</b>	<b>Instalação</b>	<b>Monitorização</b>	<b>Total</b>
SAMI (25%)	431,31€	102,90€	0,00€	534,21€
Rebel Amarillo	32,72€	177,23€	464,10€	674,05€
Drosal Pro	12,40€	196,32€	433,07€	641,79€
Tephri	22,90€	181,11€	405,76€	609,76€

Estes fatores contribuem para a explicação do reduzido valor total efetivo a incorrer com a instalação deste sistema de monitorização, entre os quatro sistemas analisados, uma vez que os principais encargos deste método se encontram diretamente relacionados com a remuneração do trabalho associado com as tarefas de monitorização. Efetivamente, mesmo que seja possível reaproveitar todos os equipamentos utilizados na campanha anterior, os custos totais nos anos seguintes ao do investimento serão sempre superiores aos incorridos com a utilização do sistema autónomo de monitorização de insetos.

### 3.3.1.5 Posicionamento de preço

O quadro abaixo apresenta os custos totais a incorrer num prazo de quatro anos de monitorização, ou seja, o tempo de amortização do equipamento autónomo apresentado e que corresponde à sua vida útil expectável. Conforme foi utilizado o valor a amortizar anualmente para estimar o custo de investimento do sistema autónomo e, os restantes equipamentos possuem um valor de aquisição reduzido, para que os dados possam ser comparados, será necessário prosseguir para a estimação do total dos custos a incorrer com a implementação de todos os sistemas comparados, ao longo de quatro anos (Quadro 19).

Quadro 19: Custos totais a incorrer com a utilização dos sistemas de monitorização de insetos em quatro anos, para um hectare de pomar de Cerejeira.

	<b>Ano I</b>	<b>Seguintes</b>	<b>Nº de Anos</b>	<b>Total</b>
SAMI (25%)	534,21€	534,21€	3	2.136,84€
Rebel Amarillo	804,93€	674,05€	3	2.827,09€
Drosal Pro	691,39€	641,79€	3	2.616,77€
Tephri	701,34€	609,76€	3	2.530,61€

Os dados estimados apenas reforçam as diferenças de custos que existem entre os diferentes equipamentos, revelando-nos que, no médio prazo, a opção pela utilização do sistema autónomo

se revela mais vantajosa, indicando-nos um excedente de margem que pode ser absorvida na utilização de tecnologia mais avançada, pelo aumento do número de equipamentos por hectare ou no aumento da margem bruta de venda.

Se optarmos por utilizar a margem estimada para aumentar o número de equipamentos por hectare ou o preço dos equipamentos, o quadro abaixo indica-nos a margem de diferença do valor total do investimento nos quatro anos de análise, relativamente a cada um dos sistemas de monitorização comparados (Quadro 20).

Quadro 20: Diferencial de custos totais por hectare, existente entre a utilização dos diferentes sistemas de monitorização comparados.

	<b>SAMI</b>	<b>Rebell Amarillo</b>	<b>Drosal Pro</b>	<b>Tephri</b>
Total Investimento	2.136,84€	2.827,09€	2.616,77€	2.530,61€
Diferença	0,00€	690,25€	479,93€	393,78€

Com base nas diferenças dos custos totais evidenciadas no quadro acima, ao final de quatro anos de monitorização, se dividirmos este diferencial pelo número total de armadilhas autónomas consideradas no estudo, dezasseis standard e uma pivot, o novo preço a que o equipamento proposto poderá ser colocado no mercado, comparativamente com cada um dos sistemas tradicionais comparados, é o que se apresenta no quadro seguinte.

Quadro 21: Novo preço de comercialização após incorporação dos diferenciais de custos estimados.

	<b>Rebell Amarillo</b>	<b>Drosal Pro</b>	<b>Tephri</b>
Novo Preço Standard	103,16€	90,79€	85,72€
Novo Preço Pivot	127,44€	115,07€	110,00€

### 3.4 Potencial de aplicação do equipamento SAMI

Os resultados previsionais alcançados indicam-nos que, a utilização do equipamento SAMI pode representar uma vantagem económica considerável para a exploração agrícola, particularmente no que à monitorização de pragas concerne e ao nível da redução do número de horas de trabalho especializado utilizadas.

Apesar de apenas nos termos debruçado neste trabalho, sobre a análise dos valores envolvidos com a monitorização de um hectare de pomar de cerejeira, as implicações económicas alcançadas com a introdução deste tipo de tecnologia são diversas, nomeadamente ao nível da



eficácia do trabalho de controlo de pragas e redução de perdas de colheita, aumento do tempo de trabalho disponível do técnico que acompanha a exploração para se poder dedicar a outras tarefas geradoras de valor para a exploração, maior precisão fitossanitária que, permite a redução da quantidade de produtos fitofarmacêuticos utilizados no controlo das populações de insetos assim como a redução do número de horas homem/máquina utilizadas com a sua aplicação.

De acordo com os dados publicados pelo Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral, no ano de 2015, Portugal contava com uma área total de pomar de cerejeira de 6.286 ha. Se definirmos o número de equipamentos de monitorização necessários para fazer a monitorização de um hectare em 16, facilmente identificamos necessidades potenciais de instalação de equipamentos superiores a 100.000 unidades.

## 4 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O recurso a armadilhas para captura de insetos causadores de prejuízos na cultura da cerejeira é uma prática corrente, sendo uma área atual de investigação, o que revela a ausência do aparecimento de novas técnicas eficazes na monitorização de pragas desta cultura. Ao longo dos últimos anos têm vindo a ser desenvolvidos sistemas tecnológicos com o objetivo de realizar estas tarefas de forma desmaterializada, recorrendo aos mais recentes avanços tecnológicos, mas sempre com base no princípio de funcionamento dos sistemas tradicionais.

Existem atualmente dois sistemas alternativos, com custos exequíveis, que permitem a identificação automática de insetos voadores, o reconhecimento bioacústico e o reconhecimento de imagem. O sistema de reconhecimento bioacústico que se encontra a ser desenvolvido para a mosca da azeitona (AJAP, Armadilha digital para a captura da mosca da azeitona, 2016), apresenta um conjunto de limitações ao nível do reconhecimento de insetos que façam o seu percurso para o interior da armadilha a caminhar, assim como na determinação exata do número de capturas, uma vez que só é capaz de fazer contagens de insetos quando estes entram na armadilha a voar, não contabilizando os que entram a caminhar, nem os que saem do seu interior.

O sistema de reconhecimento por imagem que se apresenta, SAMI, tem por base um suporte idêntico ao copo Tephri© e é o único que reúne todos os principais atrativos utilizados na atração e captura de insetos voadores. Esta particularidade reveste-o de grande versatilidade quanto ao tipo de cultura, sendo possível monitorizar qualquer inseto voador, seja auxiliar ou inimigo da cultura, dependendo da combinação de atrativos utilizada.

Quadro 22: Características atrativas reunidas nos diversos equipamentos abordados – Esquema comparativo.

<b>Equipamentos/Atrativos</b>	<b>Cromotrópico</b>	<b>Feromona</b>	<b>Alimentar</b>	<b>Ultra Violeta</b>
Litzkow et al., (1997)	X	X	X	X
Heistek, J. (2010)	S	X	X	X
Mizrach et al. (2014)	X	S	S	X
Entomatic (2017)	S	S	S	X
SAMI	S	S	S	S

Da mesma forma, relativamente ao tipo de tecnologia instalada, face aos equipamentos que se encontram desenvolvidos, o sistema de monitorização proposto apresenta-se como o mais

robusto sob o ponto de vista tecnológico, incorporando uma câmara de vídeo como base do seu sistema de reconhecimento de imagem e, o módulo GPS para determinar a posição das capturas no terreno como base para a recolha de dados fidedignos que servem de base à emissão de alertas e relatórios de capturas.

Quadro 23: Módulos tecnológicos reunidos nos diversos equipamentos abordados – Esquema comparativo.

<b>Equipamentos/ Tecnologia</b>	<b>IV</b>	<b>Vídeo</b>	<b>Transmissão de Dados</b>	<b>GSM</b>	<b>WiFi</b>	<b>GPS</b>	<b>Auton. Energética</b>
Litzkow et al., (1997)	S	X	S	X	X	X	X
Heistek, J. (2010)	X	S	S	X	X	X	X
Mizrach et al. (2014)	S	X	S	X	n/d	n/d	n/d
Entomatic (2017)	S	X	S	S	S	X	S
SAMI	S	S	S	S	S	S	S

As vantagens da utilização deste tipo de sistema são várias e a diversos níveis, permitindo a obtenção de ganhos ao nível operacional, ao nível sectorial, ao nível financeiro, ao nível ecológico, ao nível académico e ao nível da saúde pública e cooperação internacional.

Ao nível operacional, este sistema permite a recolha de dados fidedignos do local e número de capturas de insetos prejudiciais às culturas, libertando o técnico responsável pela exploração para a realização de outras tarefas alternativas.

Ao nível sectorial a utilização deste sistema poderá contribuir para a realização do controlo da sanidade dos produtos de determinadas organizações de produtores, permitindo-lhes preparar antecipadamente estratégias de atuação na relação que têm com os seus cooperantes ao nível do apoio técnico ou, ao nível da produção, antecipar a qualidade da colheita que será entregue nas instalações da organização de produtores.

Ao nível financeiro, a utilização do sistema proposto permite a obtenção de custos operacionais ao nível dos atuais sistemas estáticos, libertando uma margem comercial suficiente para garantir a sustentabilidade do projeto, para além de gerar um proveito de oportunidade para a exploração agrícola ao libertar um técnico especializado para outras tarefas. Ainda a este nível, o conhecimento permanente do número de capturas e respetiva localização, permitirá ao técnico responsável a adoção das medidas necessárias e suficientes para conter o aparecimento de uma determinada praga, num determinado local, evitando assim gastos com o controlo fitossanitário

de toda a exploração agrícola, tal como lhe permitirá, de forma direta e permanente, controlar o impacto das medidas de controlo adotadas.

Ao nível ecológico, e atendendo à possibilidade de realizar tratamentos específicos em áreas reduzidas, a utilização deste sistema de monitorização permitirá reduzir a quantidade de produtos inseticidas utilizados no agroecossistema, obtendo-se por esta via ganhos ambientais consideráveis.

Os dados recolhidos sistematicamente com o equipamento proposto, e atendendo que estes poderão facilmente ser cruzados e processados em informação permitirá, ao nível académico, aumentar o conhecimento relativamente ao comportamento epidemiológico de diversas espécies de insetos presentes nos agroecossistemas, quer a nível nacional quer ao nível do desenvolvimento de projetos de monitorização de espécies de insetos voadores a nível internacional.

Ao nível de saúde pública e da cooperação internacional, o sistema apresentado permitirá desenvolver redes de monitorização das movimentações de insetos transnacionais, sejam estas dirigidas à monitorização de pragas agrosilvícolas, sejam pragas de insetos vetores, transmissores de doenças de plantas, de animais ou a seres humanos.

Atendendo à exequibilidade e à viabilidade do projeto, encontra-se sinalizada a importância de evoluir para a construção e adaptação de um sistema baseado em prototipagem alargada do equipamento apresentado que possa servir de base ao início da produção e comercialização em massa deste sistema de monitorização.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 25/2009, D. R. (28 de 02 de 2018). <https://dre.pt>. Obtido de Diário da República Eletrónico: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/489774/details/normal?l=1>
- AJAP. (Fevereiro de 2016). Armadilha digital para a captura da mosca da azeitona. *Revista da Associação dos Jovens Agricultores* 105, p. 24.
- AJAP. (Setembro de 2017). Armadilha automática para contagem da mosca da azeitona. *Revista da Associação de Jovens Agricultores de Portugal* 111, pp. 24 - 25.
- AJAP. (12 de 2017). ENTOMATIC - Uma nova ferramenta para contagem automática da mosca da azeitona. *Revista da Associação dos Jovens Agricultores* 112, pp. 30 - 31.
- Amaro, P. (2003). *A Proteção Integrada*. Lisboa: ISA/Press.
- Amaro, P. (2018). A Proteção Integrada em Agricultura. Em P. Amaro, *A Proteção Integrada em Agricultura* (p. 165p). Lisboa: Com. Nac. Ambiente.
- Bachli, G. (7 de 12 de 2013). [www.taxodros.uzh.ch/](http://www.taxodros.uzh.ch/). Obtido de Taxodros: <http://www.taxodros.uzh.ch/search/class.php>
- Balachowsky, A. M. (1935). *Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Les mœurs - leur destruction*. Paris: Busson.
- Baroffio, C.-A. R. (1 de Janeiro de 2014). Monitoring *Drosophila suzukii* in Switzerland in 2012. *Journal of Berry Research*, pp. 47-52.
- Basoalto, E. H. (4 de April de 2013). Factors affecting the efficacy of a vinegar trap for *Drosophila suzukii* (Diptera; Drosophilidae). *Journal of Applied Entomology*, pp. 561-570.
- Brewer, L. J. (10 de 02 de 2011). *Biology and management of spotted wing drosophila on small and stone fruits: Year 1 reporting cycle*. Obtido de <http://spottedwing.org/>: [http://spottedwing.org/system/files/Spotted\\_Wing\\_booklet-11-2.pdf](http://spottedwing.org/system/files/Spotted_Wing_booklet-11-2.pdf)
- Bruno, D. F. (2014). *Comparação de dispositivos e iscos para monitorização de Drosophila suzukii (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) em pequenos frutos*. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia.

- Calabria, G. M. (2012). First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. *Journal of Applied Entomology* - 136, pp. 139-147.
- Carvalho, J. A. (1997). Pragas dos Citrinos na Ilha da Madeira. Em J. A. Carvalho, *Pragas dos Citrinos na Ilha da Madeira* (p. 410). Funchal: Secretaria Regional de Agricultura, Florestas e Pescas.
- Cha, D. H. (2014). A fourcomponent synthetic attractant for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) isolated from fermented bait headspace. *Pest Management Science* - 70, 324 - 331.
- Daniel, C., Mathis, S., & Feichtinger, G. (2014). A New Visual Trap for *Rhagoletis cerasi* (L.) (Diptera: Tephritidae). *Insects*, 564-576.
- Dent, D. (1991). Insect Pest Management. Em D. Dent, *Insect Pest Management* (p. 604p). CAB International.
- DGAV . (28 de Fevereiro de 2018). Obtido de [www.dgav.pt/: http://www.dgav.pt/fitofarmaceuticos/guia/finalidades\\_guia/Insec&Fung/Culturas/cerejeira.htm](http://www.dgav.pt/http://www.dgav.pt/fitofarmaceuticos/guia/finalidades_guia/Insec&Fung/Culturas/cerejeira.htm)
- DGAV. (28 de Fevereiro de 2018). Obtido de [www.dgav.pt/: http://www.dgav.pt/fitofarmaceuticos/guia/finalidades\\_guia/Insec&Fung/Culturas/cerejeira.htm](http://www.dgav.pt/http://www.dgav.pt/fitofarmaceuticos/guia/finalidades_guia/Insec&Fung/Culturas/cerejeira.htm)
- DGAV. (18 de 02 de 2018). *Portal da Direção Geral de Alimentação e Veterinária*. Obtido de Direção Geral de Alimentação e Veterinária: <https://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV/genericos?actualmenu=4318089&generico=4317470&cboui=4317470>
- DRAP, N. (2018). *Circular nº2 - 2018 - EDM*. Porto: Serviço Nacional de Avisos Agrícolas.
- Dreves, A. J. (2009). *A new pest attacking healthy ripening fruit in Oregon. Spotted Wing Drosophila: Drosophila suzukii (Matsumura)*. Oregon State University: Extension Service.
- EADM. (17 de Julho de 2017). *EAEDM*. Obtido de [http://snaa.dgav.pt/: http://snaa.dgav.pt/docs/circulares/circ\\_%2012\\_2017\\_EAEDM.pdf](http://snaa.dgav.pt/http://snaa.dgav.pt/docs/circulares/circ_%2012_2017_EAEDM.pdf)

- Edwards, D. L. (2012). Spotted wing *Drosophila suzukii* monitoring: Building a better fly trap. *Research reports 71st anual pacific northwest insect manageent Conference* (pp. Section I, Invasive & Emerging Pests). Anual Pacific Northwest insect Management Conference.
- Félix, A. C. (2008). *Manual de Proteção Fitossanitária para Proteção Integrada e Agricultura Biológica de Prunoideas*. Lisboa: Direção Geral de Alimentação e Veterinária - DSPFSV, DABSV - 4/08.
- Ferreira, J. (. (2009). As Bases da Agricultura Biológica - Tomo I: Produção Vegetal. Em J. e. Ferreira, *As Bases da Agricultura Biológica - Tomo I: Produção Vegetal*. Edibio, Edições, Lda.
- Gonçalves, B. M. (2006). *Ecofisiologia da Cerejeira (Prunus avium L.), Composição Fenólica e Antioxidante dos Frutos*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- GPPAA. (28 de Fevereiro de 2018a). Obtido de [www.gpp.pt](http://www.gpp.pt): [http://www.gpp.pt/images/GPP/O\\_que\\_disponibilizamos/Publicacoes/Contas\\_MBM\\_1997.zip](http://www.gpp.pt/images/GPP/O_que_disponibilizamos/Publicacoes/Contas_MBM_1997.zip)
- GPPAA. (28 de Fevereiro de 2018b). Obtido de <http://www.gpp.pt/index.php/publicacoes-gpp/publicacoes>: [http://www.gpp.pt/images/GPP/O\\_que\\_disponibilizamos/Publicacoes/Periodicos/Produtos\\_Vegetais\\_3.pdf](http://www.gpp.pt/images/GPP/O_que_disponibilizamos/Publicacoes/Periodicos/Produtos_Vegetais_3.pdf)
- Heistek, J. C. (2010). *Patente Europeia Patente Nº EP2149301A1*.
- INE. (5 de Julho de 2017). *Estatísticas Agrícolas 2016*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- INE. (2018). *Base de Dados; Remuneração média mensal de base por atividade económica e nível de escolaridade mais elevado completo*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- INSA. (24 de Fevereiro de 2018). *portfir.insa.pt*. Obtido de Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge: <http://portfir.insa.pt/foodcomp/food?715>
- Liburd, O. E. (2013). *Spotted Wing Drosophila: Pest Management Recommendations for Southeastern Blueberries*. Florida: University of Florida - IFAS Extension. ENY - 869.

- Litzkow, C., Shuman, D., Kruss, S., & Coffelt, J. (1997). *Estados Unidos da América Patente Nº US005646404A*.
- Luz, J. P. (1992). *Elementos para a Proteção Integrada em Cerejeira*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia.
- Matsumura, S. (1931). 6000 Illustrated insects of Japan Empire. Em S. Matsumura, *6000 Illustrated insects of Japan Empire* (p. 1689). Tokyo: Toko Shoin.
- Mizrach, A., Cohen, Y., Shenderoy, C., Gazit, Y., Timar, D., & Grinshpon, Y. (2014). *Patente Internacional Patente Nº WO2014/037936A1*.
- Papadopoulos, N. T. (2002). Demographic parameters of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Reared in Apples. *Annals of the Entomological Society of America* - 95, pp. 564 - 569.
- Potamitis, I. R. (01 de 12 de 2014). The Electronic McPhail Trap. *Sensors*, 14, p. 99.
- Richards, O. W. (1984). *Tratado de Entomologia Imms. 2. Clasificación y Biología*. Barcelona: Omega.
- Ronnau, P. (2004). *Patente Internacional Patente Nº WO2004/110142*.
- Rossler, Y. (1988). Country-wide control of Mediterranean Fruit Fly (Medfly) in Israel. *6th International Citrus Congress* (pp. 1275-1283). Tel Aviv: International Citrus Congress.
- Sélariés, E. (1930). Essais de lute contre la mouche des cerises (*Rhagoletis cerasi*). *Programe Agriculture Viticole* 93, pp. 502 - 504.
- Teixeira, R. R. (2011). *Drosófila de asa manchada*. Lisboa: MAMAOT, Instituto Nacional de Recursos Biológicos, Unidade de Proteção de Plantas - Boletim Técnico.
- Thomas, M. C. (20 de 02 de 2018). <http://entnemdept.ufl.edu/>. Obtido de [entnemdept.ufl.edu/](http://entnemdept.ufl.edu/):  
[http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/mediterranean\\_fruit\\_fly.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/mediterranean_fruit_fly.htm)
- [upf.edu](http://www.upf.edu/web/entomatic/). (24 de Fevereiro de 2018). Obtido de [www.upf.edu/web/entomatic/](http://www.upf.edu/web/entomatic/):  
<https://www.upf.edu/web/entomatic/concept-objectives>
- Van Driescher, R. G. (1996). *Biological Control*. New York: Chapman & Hall.



Webster, A. D. (1996). *Cherries: crop physiology, production and uses*. Wallingford, Oxon: CAB International.

*www.amazon.com*. (24 de Fevereiro de 2018). Obtido de amazon.com:  
[https://www.amazon.com/iMeshbean-30000mAh-Portable-Battery-Charger/dp/B01ISXWYW2/ref=sr\\_1\\_1?ie=UTF8&qid=1519498134&sr=8-1&keywords=solar+power+bank](https://www.amazon.com/iMeshbean-30000mAh-Portable-Battery-Charger/dp/B01ISXWYW2/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1519498134&sr=8-1&keywords=solar+power+bank)

*www.amazon.es*. (24 de Fevereiro de 2018). Obtido de amazon.es:  
[https://www.amazon.es/Toli-Raspberry-MP-Camera-Module/dp/B06Y2Z7417/ref=sr\\_1\\_16?ie=UTF8&qid=1519498566&sr=8-16&keywords=Raspberry+PI+5MP+Camera+Board+Module](https://www.amazon.es/Toli-Raspberry-MP-Camera-Module/dp/B06Y2Z7417/ref=sr_1_16?ie=UTF8&qid=1519498566&sr=8-16&keywords=Raspberry+PI+5MP+Camera+Board+Module)

*www.modmypi.com*. (24 de Fevereiro de 2018). Obtido de moodmypi:  
<https://www.modmypi.com/raspberry-pi/communication-1068/ir-infrared-1074/ir-infrared-receiver-tsop38238>

*www.modmypi.com*. (24 de Fevereiro de 2018). Obtido de modmypi:  
<https://www.modmypi.com/raspberry-pi/communication-1068/gps-1071/raspberry-pi-gps-hat/?search=gps>

*www.modmypi.com*. (24 de Fevereiro de 2018). Obtido de modmypi:  
<https://www.modmypi.com/onion/onion-omega2/omega2-plus/?search=cpu>

*www.modmypi.com*. (24 de Fevereiro de 2018). Obtido de modmypi:  
<https://www.modmypi.com/onion/onion-omega2/omega2/?search=cpu>

*www.modmypi.com*. (24 de Fevereiro de 2018). Obtido de modmypi:  
<https://www.modmypi.com/connectivity-1138/wifi-dongle-nano-usb/?search=wifi>

*www.modmypi.com*. (24 de Fevereiro de 2018). Obtido de modmypi:  
<https://www.modmypi.com/raspberry-pi/communication-1068/raspberry-pi-sim800-gsm-breakout-board/?search=gsm>

*www.modmypi.com*. (24 de Fevereiro de 2018). Obtido de modmypi:  
<https://www.modmypi.com/pis-and-peripherals-1139/raspberry-pi-3-model-b/?search=RPI 3>

*www.modmypi.com*. (24 de Fevereiro de 2018). Obtido de modmypi:  
<https://www.modmypi.com/raspberry-pi/camera/camera-boards/raspberry-pi-camera-board-night-vision-5mp/?search=video>

*www.raspberrypiportugal.pt*. (24 de Fevereiro de 2018). Obtido de Raspberry Pi:  
<http://www.raspberrypiportugal.pt/raspberry-pi/>



## ANEXO I – FICHA TÉCNICA REBELL AMARILLO

# REBELL® amarillo

Armadilhas amarelas para monitorização e controlo da mosca-da-cereja, mosca-da-casca-verde-da-noz e outras moscas da fruta, assim como a monitorização do gorgulho do caule de couves.



Embalagem de 8 armadilhas



## Instruções para REBELL<sup>®</sup> amarillo

### Mosca-da-cereja

Destinado à monitorização e captura em massa da mosca-da-cereja (*Rhagoletis cerasi*) em pomares de cerejas ou jardins.

Consoante a elevação, posição e condições climáticas, as armadilhas devem ser instaladas em fins de Abril/início de Maio. A oviposição dá-se com o início da maturação do fruto, na mudança de cor do fruto da tonalidade verde a amarelo. Devem ser colocadas 2 a 10 armadilhas cruzadas, dependendo do tamanho da árvore, e devem ser posicionadas nas partes Este, Oeste e Sul da copa da árvore.

O controlo pode ser possível se:

- Forem colocadas armadilhas suficientes;
- A altura de colocação das armadilhas seja a mais correcta em relação ao início do voo;
- A população da praga e a imigração de pomares vizinhos não tratados não for muito elevada;
- Se todos os frutos forem colhidos na altura certa;
- A medida de controlo for repetida todos os anos.

### Monitorização

Com um pacote de armadilhas, pendurado em cerca de 40-80 árvores, pode ser tomada uma decisão para saber se é necessário um tratamento com fitofarmacêuticos ou não.

Em culturas, com compasso mais apertado, uma armadilha Rebell<sup>®</sup> deve ser posicionada à altura da face (1,7 m), na parte sul das árvores, de 10 em 10 árvores, de variedade intermédia a tardia (variedades precoces normalmente não necessitam de tratamento).

Em pomares menos homogêneos, e com árvores de maiores dimensões, deve ser colocada uma armadilha cruzada de 5 em 5 árvores.

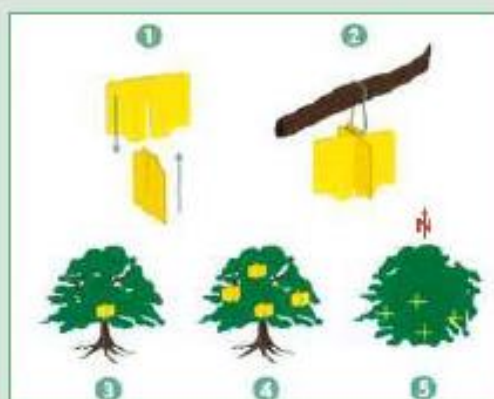
Altura correcta: entre Maio e Junho, dependendo da elevação, posição e condições climáticas.



*Rhagoletis cerasi*

### Instalação das armadilhas em cerejeiras

- 1 Cruzar os dois elementos da armadilha
- 2 Prender com um arame
- 3 Para monitorização, colocar a armadilha ao nível da face, em exposição a sul, por cada 5 a 10 árvores
- 4 Posicionar a armadilha, principalmente, na parte Este, Oeste e Sul da copa da árvore.





### O que resta fazer?

O mais importante é esperar pela alteração da cor do fruto das variedades meia estação. Esta é também a possível data para tratamento: três semanas antes da colheita. Todas as armadilhas colocadas nestas árvores devem ser monitorizadas, a mosca-da-cereja capturada, contabilizada e calculada a média do número de indivíduos por armadilha.

Deve comparar-se o resultado com as médias tabeladas (Ver tabela seguinte). Se o valor for abaixo da média não é necessário realizar tratamentos. Se for igual ou superior ao valor da tabela deve realizar-se um tratamento.

Para variedades tardias deve seguir-se este procedimento passados 10 dias.

### Valor de referência para a tomada de decisão

Máximo de capturas toleradas por armadilha na altura dos tratamentos, isto é, 3 semanas antes da colheita.

Variedade	Nº médio de capturas		
	Alta	Média	Baixa
Intermédia	2	1	0
Tardia	1	0,5	0



Rebell \* amarillo

### Mosca-da-casca-verde-da-noz

#### Estragos

A mosca-da-casca-verde-da-noz (*Rhagoletis completa*) ataca os frutos da noqueira (*Juglans regia*).

Os primeiros sintomas do ataque são pequenas manchas pretas no fruto causadas pela mosca durante a oviposição. Depois da eclosão dos ovos, as larvas alimentam-se da polpa do pericárpio que começa a ficar mole, húmido e negro. Apesar do aspecto enegrecido, o película do fruto normalmente mantém-se intacta. A polpa, pelo contrário, degrada-se e contamina a casca da noz.

Estes sintomas não devem ser confundidos pelas manchas duras e secas causadas por doenças.



Larvas de mosca-da-casca-verde-da-noz

O miolo da noz não é directamente danificado pela larva. No entanto, uma infestação pode causar manchas negras na casca que são dificilmente removidas. Uma infestação precoce pode vir a murchar e a desfazer o miolo.



Estragos na casca da noz

#### Monitorização da mosca-da-casca-verde-da-noz

Os adultos emergem entre meados de Junho e finais de Agosto.

As armadilhas Rebell <sup>®</sup> amarillo, só por elas ou em combinação com atractivos de amónio (i.e. TMA-lures), ajudam a determinar a presença e intensidade da praga. Os sintomas já referenciados são típicos sinais da presença e ataque desta mosca. Os adultos são visíveis a olho nu quando eles estão presentes nas folhas e voam quando perturbadas.

#### Medidas de controlo

Na produção de noz, numa perspectiva mais comercial, as estratégias de protecção a adoptar envolvem a utilização de produtos fitofarmacêuticos que necessitam de homologação. Deve aconselhar-se junto de entidades competentes para saber qual os produtos mais indicados.

Na produção de noz, numa perspectiva de *hobbie*, um certo grau de infestação pode ser aceitável, até porque as nozes enegrecidas normalmente permanecem comestíveis.

Medidas indirectas de controlo como a colocação armadilhas amarelas, remoção e destruição de frutas infestadas ou enterrando-as no solo debaixo da árvore durante Julho-Agosto, reduzem o grau de infestação e o nível dos estragos.

#### Outras moscas da fruta (*Dacus oleae*, *Ceratitis capitata*)

Utilize as armadilhas de acordo com as recomendações das agências locais.

#### Ceutorhynchus

Previsão do ataque de *Ceutorhynchus napi* e *C. quadridens*

##### Modo de uso:

Colocar 2 placas cromotrópicas amarelas, a 30-40cm do solo em postos de madeira, 30 metro afastado e 2 m do meio da parcela.

##### Época de tratamento

2-3 semanas depois dos primeiros insectos serem capturados nas armadilhas, dependendo das condições climáticas.

##### Época da colocação

A partir de Março, assim que as temperaturas começam a ser maiores que 12°C.

#### Limpeza e reutilização das armadilhas

Remover as armadilhas antes da colheita. As armadilhas podem ser reutilizadas depois de removida a cola e os insectos com diluente "Glurex Forte". A cola pode ser adquirida em separado.

#### Declaração do produto

Polipropileno com pigmentos isentos de cádmio revestido com cola TANGLE-TRAP para armadilhas destinadas à captura de insectos.





## ANEXO II – FICHA TÉCNICA DROSAL PRO

### DROSAL® PRO - Ficha técnica



#### Alvo

As armadilhas Drosal® Pro são destinadas à monitorização e captura em massa da praga *Drosophila suzukii*.

#### Período de risco

Estes períodos de risco dependem sobretudo das condições climáticas (temperatura, humidade relativa) e da fenologia de cada cultura. Na Fig. 1 apresenta-se uma estimativa do início e fim do voo dos adultos de *D. suzukii*, associando os risco que representa durante os meses do ano.

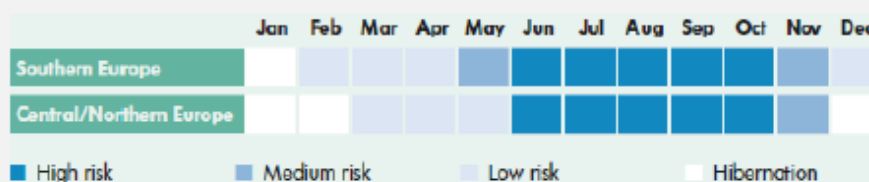


Fig. 1 – Calendário anual do período de risco na Europa.

#### Modo de utilização

Recomenda-se a utilização de cerca de 75-100 ml de atrativo líquido por armadilha.

A quantidade de copos/hectare varia consoante a finalidade e a intensidade de ataque:

#### Monitorização

Os copos Drosal® Pro devem ser colocados antes do início do voo da praga e antes de a fruta começar a mudar de cor.

Para a monitorização aconselha-se a colocação de uma armadilha a cada 5-10 m na zona da bordadura e, se possível, nos arbustos/floresta vizinhos (Fig. 2).

É importante que se verifiquem as armadilhas semanalmente de modo a realizar a contagem de capturas e verificar o líquido antes que evapore totalmente (normalmente tem uma duração de 3-4 semanas).



Fig. 2 – Modo de colocação das armadilhas para monitorização.

#### Captura em massa

A partir do momento que se comece a verificar capturas, nas armadilhas colocadas para a monitorização, deve reforçar-se o nº de armadilhas em volta da área cultivada: colocar na bordadura uma armadilha de 2 em 2 m, em caso de intensidade normal de ataque (Fig. 3), ou uma armadilha de 1 em 1 m, em caso de intensidade alta de ataque (Fig. 4).

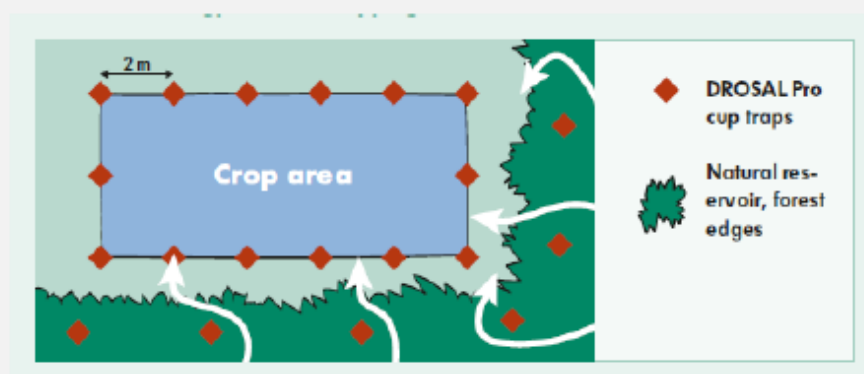


Fig. 3 – Modo de colocação das armadilhas para captura em massa – Intensidade normal de ataque.



Fig. 4 – Modo de colocação das armadilhas para captura em massa – Intensidade alta de ataque.

#### Posicionamento das armadilhas

Cultura	Posicionamento das armadilhas	Recomendações	Finalidades
Morangueiro (estufa)			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitorização</li> <li>- Complemento de estratégia de Protecção Integrada</li> <li>- Captura em massa</li> </ul>

Morangueiro (ar livre)			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitorização</li> <li>- Complemento de estratégia de Protecção Integrada</li> <li>- Captura em massa</li> </ul>
Framboesa (ar livre)			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitorização</li> <li>- Complemento de estratégia de Protecção Integrada</li> <li>- Captura em massa</li> </ul>
Cerejeira, ameixeira, etc...	Colocar 1 – 3 armadilhas/árvore a uma altura de 1,5-2 metros. Colocar a armadilha nas bordaduras		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitorização</li> <li>- Complemento de estratégia de Protecção Integrada</li> </ul>
Vinha	Coloque a armadilha no 2º arame.	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitorização</li> <li>- Complemento de estratégia de Protecção Integrada</li> </ul>

## ANEXO III – FICHA TÉCNICA TRIMO LURE



### INFORMAÇÃO TÉCNICA

#### TRIMO-LURE

Alvo	Atractivo alimentar para monitorização de mosca-do-Mediterrâneo ( <i>Ceratitis capitata</i> )
Composição	Cloridrato de trimetilamina: ..... 40% p/p Acetato de amónio: .....20% p/p Inertes: .....100% p/p
Modo de acção	TRIMO-LURE consiste numa solução sintética com base em aminas que actua como atractivo alimentar de mosca-do-Mediterrâneo, principalmente fêmeas. Possui grande poder atractivo, sendo de fácil utilização.
Persistência	Apresenta elevada persistência de acção (cerca de 90 dias) no campo e não deixa resíduos no fruto.
Como aplicar	Cortar uma das extremidades da saqueta, como indicado na própria embalagem branca; depois colocar a saqueta tal como fica em cima da estrutura plástica que está dentro da armadilha. Pode, também, colocá-la simplesmente dentro do copo, desde que a extremidade aberta fique voltada para cima de modo a que não escorra produto. Em nenhuma circunstância se deve retirar o produto dentro da embalagem.
Dose	1 isco por armadilha.
Distância entre iscos	15 metros.
Armadilha recomendada	Armadilha tephri (copo mosqueiro).
Armazenamento	O produto deve ser guardado na sua embalagem de origem, num local seguro, seco, bem ventilado, fresco mas não no frigorífico, e afastado da incidência

	directa dos raios. Guardar o produto afastado de sementes, insecticidas, fertilizantes, fungicidas e alimentos de modo a evitar risco de contaminações de parte a parte. Evitar contaminar a água de rega e/ou de consumo.
<b>Validade</b>	2 anos.
<b>Precauções Gerais</b>	Evitar a inalação, contacto com a pele e contaminação de alimentos. Durante a aplicação usar equipamento de protecção adequado (luvas, máscara facial e óculos). No caso de ocorrer contacto com os olhos enxaguar com água durante 15 minutos e consultar o médico. Lavar com água e sabão as partes expostas ao contacto com o produto.
<b>Riscos Ambientais</b>	Toxicidade para aves: não tóxico. Toxicidade para peixes: não tóxico. Toxicidade para abelhas: não tóxico.
<b>Tratamento e método de destruição de embalagens vazias</b>	Reunir as embalagens vazias em sacos próprios para o efeito e entregá-las em centros de recolha especializados na eliminação de embalagens. Entre em contacto com o pessoal técnico da empresa.
<b>Primeiros socorros</b>	Em caso de ingestão accidental, provocar o vómito. Acompanhar o doente durante 72 horas. Em caso de exposição por inalação, remover a vítima para local fresco. Em caso de salpicos para olhos e pele, lavar com água limpa e se continuar a irritação, chamar o médico.  NOTA PARA O MÉDICO: PRODUTOS DE CLASSE IV NORMALMENTE NÃO CAUSAM QUALQUER DANO. APLICAR TRATAMENTO SINTOMÁTICO: MEDIANAMENTE IRRITANTE PARA OS OLHOS E A PELE. SINTOMAS DE INTOXICAÇÃO AGUDA: NÃO APLICÁVEIS.

Outras informações ou dúvidas: +351 212 333 019 | [info@biosani.com](mailto:info@biosani.com)